

GNG2501A  
Introduction à la gestion et au développement de  
produits en génie et en informatique

Faculté de Génie

**Les Rideaux Magiques**

Présenté à  
Dr Emmanuel Bouendeu

Par :

Moal, Gaëlle	(300094185)
Lakhssassi, Fouzia	(300037762)
Legault, Marie-Ève	(300033914)
Doghmi, Aiman	(300012461)

Université d'Ottawa  
20 décembre 2018

## ***Résumé et remerciements***

Dans le cadre du cours GNG 2501 - Introduction à la gestion et au développement de produits en génie et en informatique, nous avons créé un système d'ouverture et fermeture automatique de rideaux pour Molly, une patiente de l'hôpital Saint-Vincent.

L'équipe est composée de Marie-Ève Legault, Gaëlle Moal, Fouzia Lakhssassi et Aiman Doghmi. Nous sommes étudiants en génie dans les domaines de génie civil, logiciel et mécanique. Notre diversité culturelle et de formation nous a permis d'être complémentaire lors de ce projet et ainsi d'arriver à une solution fonctionnelle.

Nous tenons à remercier notre professeur Docteur Emmanuel Bouendeu, nos assistants à l'enseignement, Justine Boudreau et Madeleine Kyne, et Monsieur Bocar N'Diaye pour leur aide et leur contribution à la réussite de ce projet.

## Table des matières

<b>Liste des tableaux et figures</b>	<b>3</b>
<b>Introduction</b>	<b>4</b>
<b>Besoins et spécification du produit</b>	<b>5</b>
<b>Idéation</b>	<b>8</b>
<b>Plan et étude de faisabilité</b>	<b>14</b>
<b>Prototypage et essai</b>	<b>18</b>
<b>Modèle d'affaire</b>	<b>21</b>
<b>Analyse économique</b>	<b>24</b>
<b>Manuel de l'utilisateur</b>	<b>28</b>
<b>Fichiers de conception</b>	<b>31</b>
<b>Conclusion et recommandations</b>	<b>33</b>
<b>Bibliographie</b>	<b>34</b>

# Liste des tableaux et figures

## Listes des tableaux

Tableau 1 : Spécifications cibles.....	7
Tableau 2 : Tableaux comparatifs des solutions possibles.....	9
Tableau 3 : Composantes de la solution finale .....	12-13
Tableau 4 : BOM.....	15-17
Tableau 5 : Analyse VAN.....	26

## Listes des figures

Figure 1 : Modèle Slide.....	6
Figure 2 : Google Home .....	6
Figure 3 : Push Button .....	6
Figure 4 : Solution 1 - Longue tige dépliant.....	8
Figure 5 : Solution 2 - Engrenages et chaînes .....	8
Figure 6 : Solution 3 - Poulies/Courroies .....	9
Figure 7 : Système d'ouverture par le haut .....	10
Figure 8 : Amélioration n°1 .....	11
Figure 9 : Amélioration n°2 .....	12
Figure 10 : Planning de Gantt .....	13-14
Figure 11 : Emplacement prototype 1.....	18
Figure 12 : Tige prototype 1.....	19
Figure 13 : Prototype 2.....	20
Figure 14 : Modèle d'affaire.....	21
Figure 15 : Tableau de validation.....	22
Figure 16 : Seuil de rentabilité.....	26
Figure 17 : Produit final.....	28
Figure 18 : Programme Arduino .....	31-32

## **Introduction**

Notre solution vise à aider les gens qui ne sont pas en mesure d'ouvrir et de fermer leurs rideaux manuellement et de manière indépendante. Le système doit s'ouvrir à distance à partir de n'importe où dans la pièce. De plus, il doit être possible d'ouvrir et de fermer chaque panneau de rideau indépendamment, c'est-à-dire qu'on puisse soit contrôler le rideau de gauche ou le rideau de droit ou les deux en même temps. Notre produit se distingue des autres puisqu'il est facilement activable, discret, léger, abordable (moins de 50\$) et sécuritaire (les composantes électroniques/système principal se repose sur le rebord de la fenêtre, plutôt que sur le plafond).

## Besoins et spécification du produit

### Identification des besoins de l'utilisatrice, Molly :

Lors des rencontres avec la patiente, nous avons identifié les besoins de Molly et compris l'intérêt de concevoir un système d'ouverture automatique des rideaux.

Les observations que nous avons faites lors de nos rencontres sont :

- Molly n'a pas le contrôle de ses doigts
- Elle est dans une chaise roulante électrique
- La chaise roulante est équipée de 2 boutons activables avec la tête
- La patiente peut activer des boutons mais cela lui demande beaucoup de force
- La patiente possède des lunettes avec capteurs intégrés pour utiliser son ordinateur
- La cliente utilise la reconnaissance vocale avec Google Home
- La patiente rencontre des difficultés pour se faire comprendre par Google Home et doit souvent répéter plusieurs fois la commande à ce dernier
- Les objets connectés à Google Home sont aussi activables par un bouton ou par la commande sur sa chaise roulante
- Elle aimerait pouvoir ouvrir/fermer un seul panneau de rideaux indépendamment de la luminosité désirée

Nous avons donc, à partir de ces observations, identifier les besoins essentiels de Molly :

- **Priorité 1** : Le prototype est utilisable par l'activation de boutons. Une option supplémentaire, mais non suffisante à l'atteinte de nos objectifs, est l'utilisation par reconnaissance vocale (Google Home).
- **Priorité 2** : Les boutons sont activables par la main (poing) de la cliente.
- **Priorité 3** : Le prototype peut permettre d'ouvrir un panneau de rideaux à la fois.

### Un énoncé de problème

Concevoir un système d'engrenages sans fil pour qu'une patiente de l'hôpital Saint-Vincent ayant des capacités limitées puissent ouvrir/fermer les rideaux de sa chambre de façon indépendante, c'est-à-dire sans l'aide d'une infirmière.

## L'étalonnage de produits semblable

Produit #1 : Slide - Ouvrir les rideaux automatiquement

Description : Système motorisée à fixer sur les rideaux de la chambre. Il faut utiliser une application pour ouvrir et fermer les rideaux. L'utilisateur peut toujours ouvrir les rideaux manuellement.



**Figure 1 : Modèle Slide**

Produit #2 : Google Home - Reconnaissance vocale

Description: Appareil qui réagit aux commandes vocales de l'utilisateur pour compléter des tâches.



**Figure 2 : Google Home**

Produit #3 : Push Button

Description: Mécanisme activable manuellement pour contrôler un produit.



**Figure 3 : Push Button**

## Spécifications cibles

**Tableau 1 : Spécifications cibles**

Spécification	Valeur	Justification
Force pour actionner bouton	< 15N	Le bouton devrait être activable facilement puisque la patiente a une motricité limitée.
Volume sonore minimum de détection	20dB	Ce qui correspond à une voix faible.
Poids de la partie attachée aux rideaux	< 1 kg	Il faut que le dispositif soit le plus léger possible pour ne pas affecter la structure originale.
Temps pour compléter la tâche d'ouvrir/fermer les rideaux	< 15 s	Pour que la patiente n'attende pas trop longtemps.
Dimension du dispositif qui active les rideaux (largeur)	Entre 5-10cm	Il faut que le dispositif soit assez large pour que la patiente puisse l'activer avec ses poignets, en raison de sa motricité fine réduite.
Durée de vie du produit	> 1 an	Idéalement, notre produit peut accommoder les besoins de la patiente pendant au moins 1 an.
Prix	< 100\$	Le coût de production ne devrait pas dépasser notre budget de 100\$.

Les rencontres avec la patiente nous a permis de comprendre les difficultés qu'elle rencontrait au niveau de sa mobilité. Nous avons constaté que la patiente appuie sur les boutons à l'aide de sa main complète (poing). Nous devons alors s'assurer que si nous créons un ou des boutons pour activer le mécanisme des rideaux, ils devront être au moins de la grandeur de son poing et facilement activable. Vu qu'elle n'a pas l'usage complet de ses mains, le dispositif pour activer les rideaux devra être accessible, soit en étant fixé à un endroit comme un mur ou une table ou en étant facile à prendre.

Les rencontres nous ont également permis de découvrir que la patiente était très à l'aise avec la technologie. Ceci nous a permis de constater que nous avons la possibilité de travailler avec différentes technologies telles que le système de reconnaissance vocale Google Home.

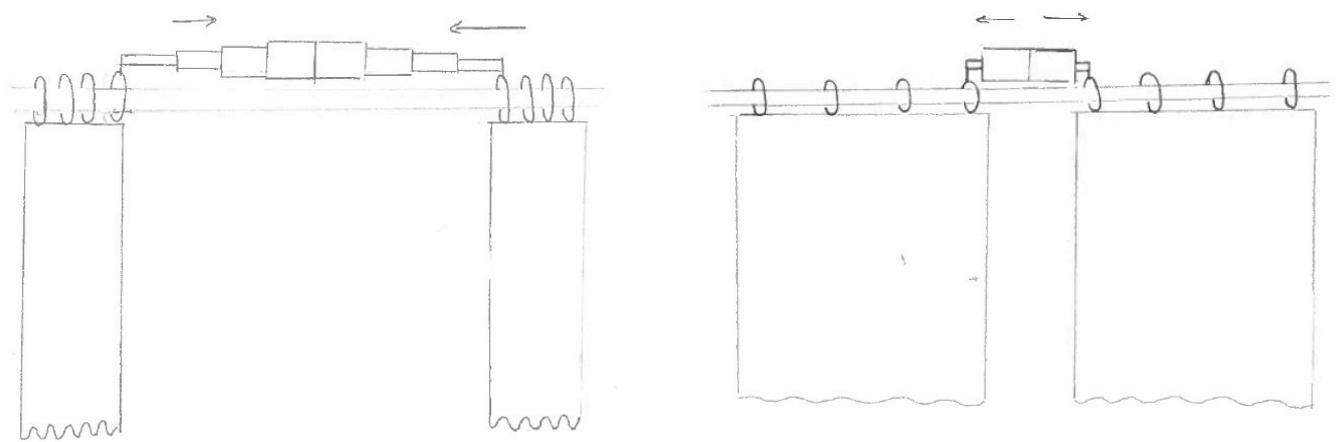


## Idéation

### Brainstorming : Les solutions possibles

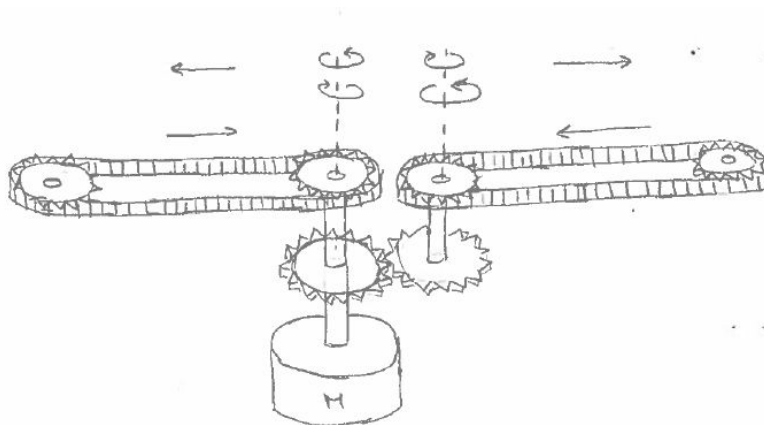
Lors du brainstorming en équipe, nous avons identifié trois solutions possibles :

Solution #1 : Longues tiges dépliantes attachées aux premiers anneaux des rideaux pour les ouvrir et fermer.



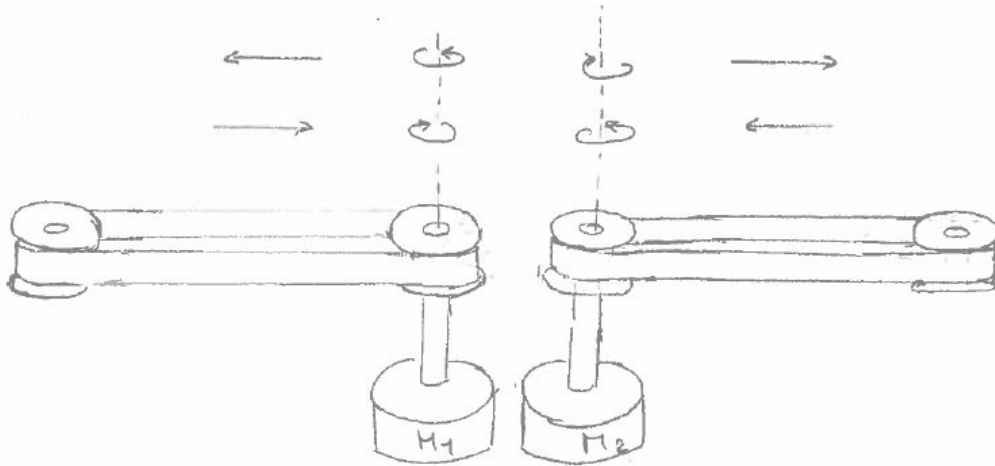
**Figure 4 : Solution 1 - Longue tige dépliantte**

Solution #2 : Engrenages et chaînes



**Figure 5 : Solution 2 - Engrenages et chaînes**

Solution #3 : Poulies et courroies - Grâce à deux systèmes de poulies/courroies, les deux panneaux de rideaux pourront être ouverts et fermés automatiquement.



**Figure 6 : Solution 3 - Poulies/Courroies**

**Tableaux comparatifs des solutions possibles**

Nous les avons ensuite confronté pour choisir notre plan A, plan de prédilection.

**Tableau 2 : Tableaux comparatifs des solutions possibles**

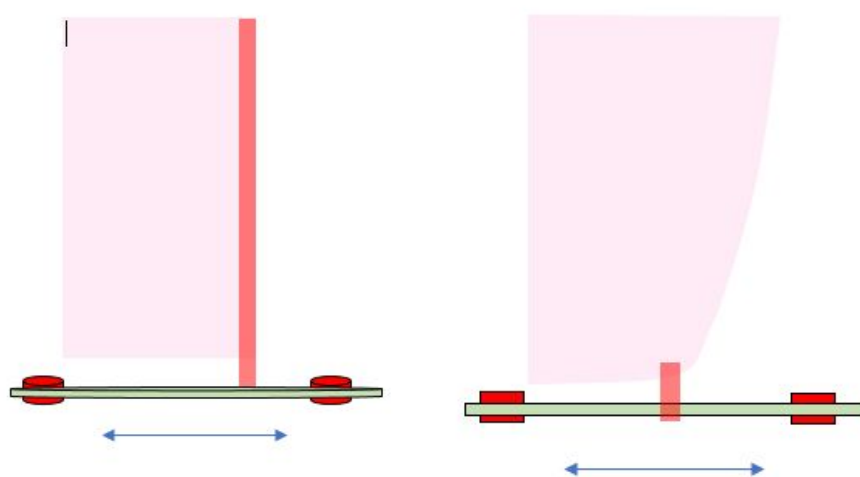
	Solution 1 <i>“Tige dépliant”</i>	Solution 2 <i>“Engrenage/Chaîne”</i>	Solution 3 <i>“Poulie/Courroie”</i>
<b>Avantages</b>	Intuitive	Un seul moteur	Permet d’ouvrir les deux rideaux indépendamment  Simple
<b>Inconvénients</b>	Trop complexe	Ne permet pas d’ouvrir les rideaux indépendamment comme souhaité par Molly  Complexe	Deux moteurs

Nous nous sommes tous mis d’accord pour choisir la solution 3, le système poulie/courroie. Cette solution est simple, correspond à notre budget et répond aux attentes de Molly.

En ce qui a trait au mécanisme d'activation du système, nous avons décidé d'utiliser un microcontrôleur Arduino, des boutons et des modules de transmission de signaux radios. Nous avons décidé de prendre ces derniers (modules), car ils sont peu coûteux et permettent la transmission simple des commandes. Un module Bluetooth aurait aussi pu être utilisé, mais ce dernier aurait nécessité qu'une application soit utilisée ce qui n'était pas une option intéressante pour Molly (ne peut pas utiliser les fonctions tactiles).

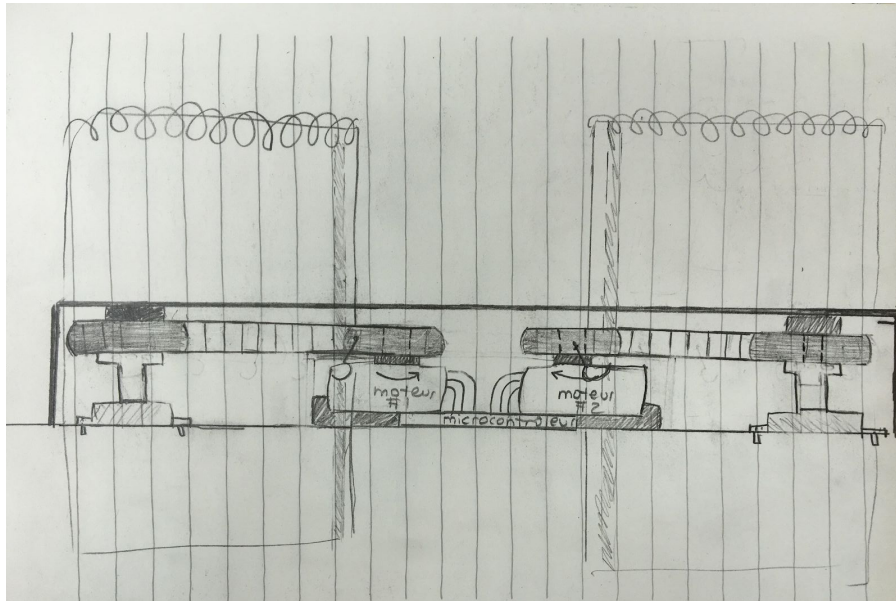
### **Amélioration du système**

Suite aux échanges avec les TA et le client, nous avons décidé de privilégier un système sécuritaire. Nous avons donc décidé que le système serait fixé sur le rebord de la fenêtre pour éviter toute chute. Cette décision a complexifié notre système, car l'initiation du mouvement doit se faire par le haut du rideau.



**Figure 7 : Système d'ouverture par le haut quand le système est fixé sur le rebord de la fenêtre**

### Amélioration 1 : Ajout d'une tige entre la courroie et le premier anneau du rideau

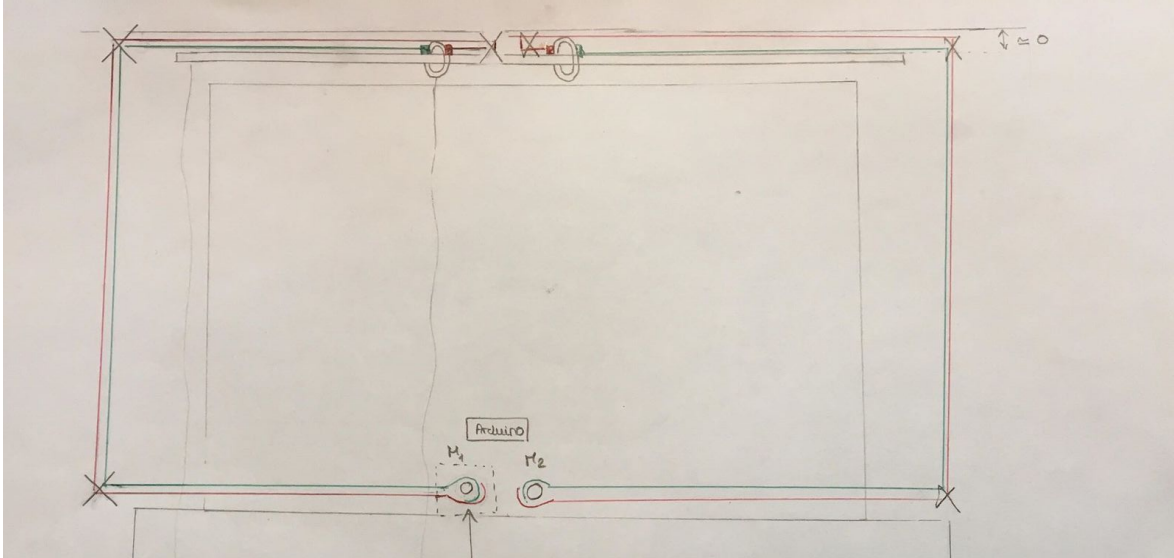


**Figure 8 : Amélioration n°1**

Après des essais, nous avons dû abandonner cette idée, car la fixation entre la tige et la courroie était impossible et la tige avait tendance à s'incliner. Cette décision et son impacte seront davantage développés dans la question suivante (la question actuelle présente uniquement les solutions).

### Amélioration 2 : Système de fils et de crochets

L'amélioration 2 correspond à notre solution finale et est présentée dans le schéma ci-dessous. La solution comprend un système de fils et crochets qui permettent de faire translater les premiers anneaux des deux panneaux de rideaux en ayant le mécanisme/composantes électroniques fixés sur le rebord de la fenêtre.



**Figure 9 : Amélioration n°2**

Voici le récapitulatif des pièces de notre solution finale :

**Tableau 3 : Composantes de la solution finale**

Numéro de pièce	Nom de pièce	Description	Quantité
1	Fil	Fil de couture	1
2	Poulie	Canette de couture	1 paquet de 4
3	Moteur	28BYJ-48 Stepper Motor and ULN2003A Driver	2
4	Batterie	4 batteries AAA	2
5	Battery Holder 4 AAA	Battery Holder pour 4 batteries AAA	2
6	Microcontrôleur Arduino Nano	Microcontrôleur pour le programme qui va ouvrir/fermer les rideaux	1
7	Supports	Supports des poulies imprimés	2
8	Breadboard	Plaque avec 170 points d'attache pour connecter les composantes	2
9	RF Transmitter/Receiver	Module pour transmission et réception de signaux	2

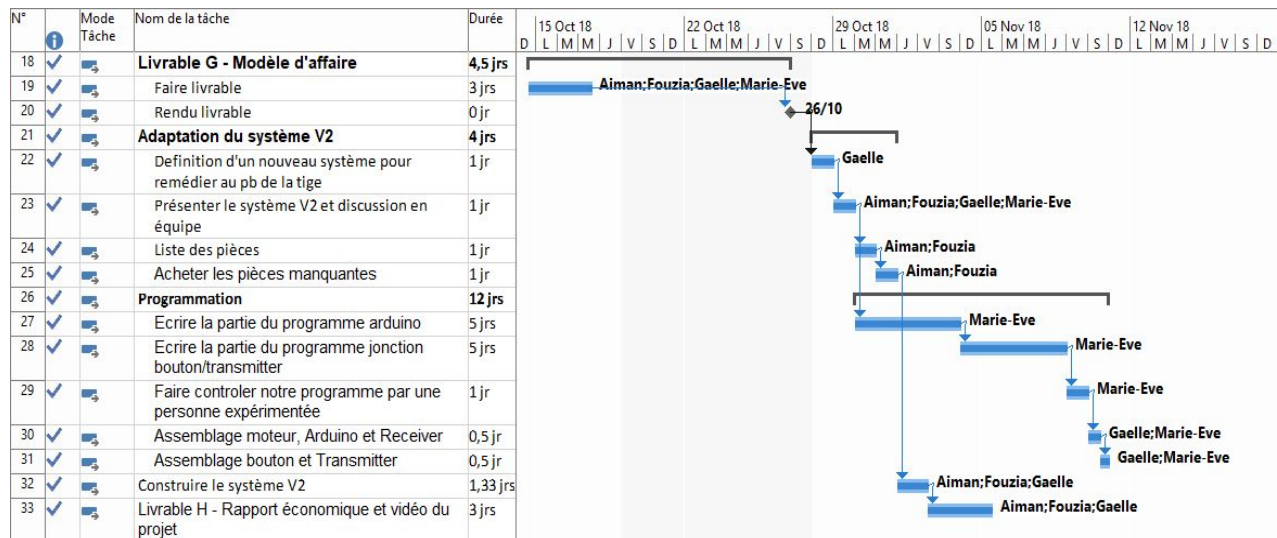
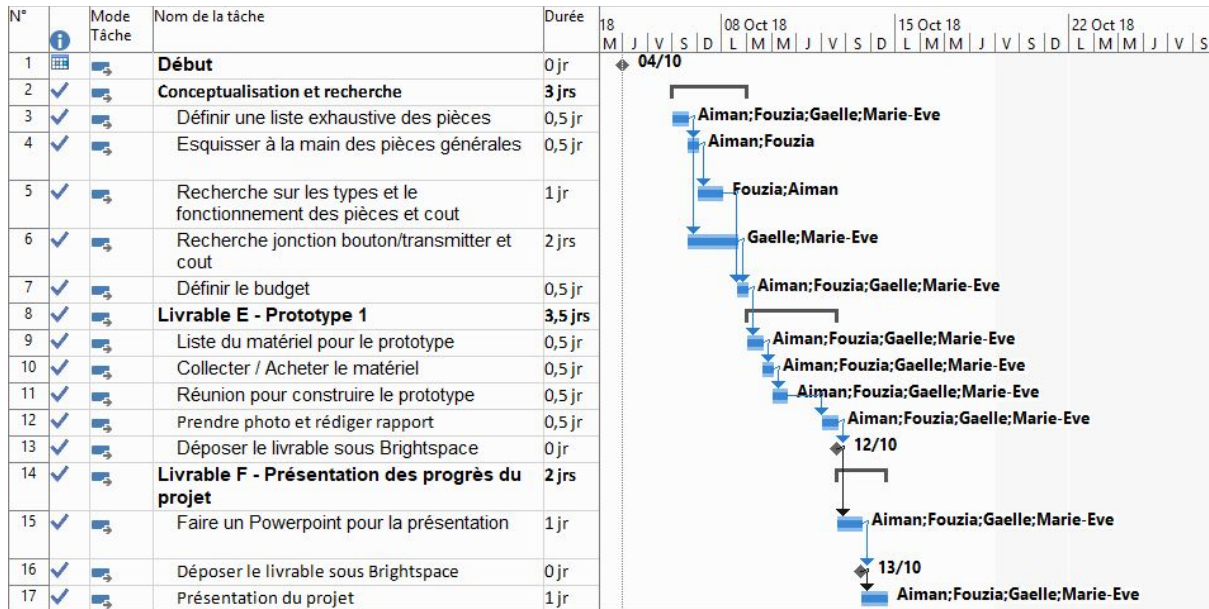
10	Fils connecteurs	Fils connecteurs mâle-femelle pour brancher composantes	40 (vient en lot de 40)
11	Bouton-pressoir	Boutons pour activer mécanisme rideaux	2
12	Boite	Boite en carton	1
13	Crochet adhésif	Crochet adhésif transparent	2 paquets
14	Panneau	Contreplaqué	2

Nous avons donc défini un plan A qui a évolué lors du projet pour aboutir à notre concept final : Les rideaux magiques.

# Plan et étude de faisabilité

## Planning de Gantt

Voici ci-dessous le planning de Gantt présentant notre organisation tout au long du projet :



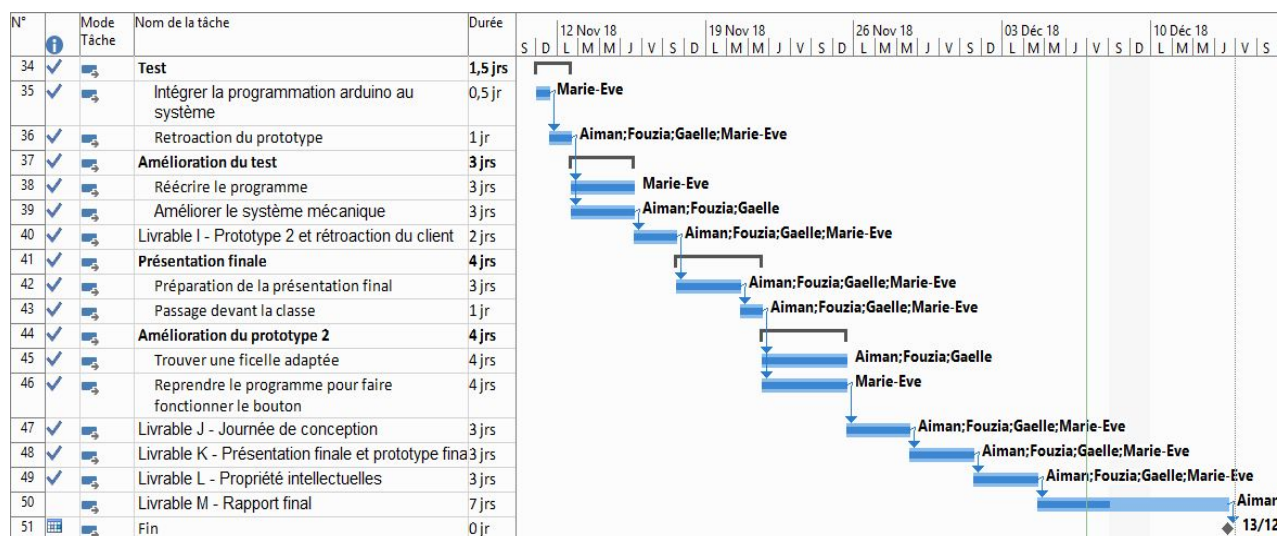


Figure 10 : Planning de Gantt

### Étude de faisabilité

Pour réaliser ce projet, nous avons un budget de 100\$. Voici le BOM de notre solution :

Tableau 4 : BOM

Numéro de pièce	Nom de pièce	Description	Quantité	Coût unitaire (\$CAN)	Coût étendu (\$CAN)
1	Fil	-	1	0.00	0.00
2	Poulie	Canette de couture	1 paquet	9.49	9.49
3	Moteur	28BYJ-48 Stepper Motor and ULN2003A Driver	2	5.00	10.00
4	Batterie	4 batteries AAA	2	5.20	5.20
5	Battery Holder 4 AAA	Battery Holder pour 4 batteries AAA	2	1.25	2.50



6	Microcontrôleur Arduino Nano	Microcontrôleur pour le programme qui va ouvrir/fermer les rideaux	1	5.00	5.00
7	Supports	Supports des poulies imprimés	2	0.00	0.00
8	Breadboard	Plaque avec 170 points d'attache pour connecter les composantes	2	1.25	2.50
9	RF Transmitter/Receiver	Module pour transmission et réception de signaux	2	1.75	3.50
10	Fils connecteurs	Fils connecteurs mâle-femelle pour brancher composantes	40 (vient en lot de 40)	3.00	3.00
11	Bouton-presseur	Boutons pour activer mécanisme rideaux	2	0.34	0.72
12	Boite	Boite en carton	1	0	0
13	Crochet adhésif	Crochet adhésif transparent	2 paquets	4.97	9.94

14	Panneau	Contreplaqué	2	0	0
<b>TOTAL</b>					<b>51.85\$</b>

Le budget de 100\$ est donc parfaitement respecté. L'étude de faisabilité valide notre solution.

## Prototypage et essai

Dans le cadre de ce projet, nous avons conçu 2 prototypes afin de confirmer certaines hypothèses et de vérifier le fonctionnement de notre solution.

Lors de la deuxième rencontre avec notre client, nous avons présenté notre solution initiale (Figure 8). Ce dernier nous a mentionné son inquiétude face à l'ouverture efficace des rideaux à l'aide de tiges et nous a rappelé qu'il serait bien si les rideaux pouvaient tout de même s'ouvrir manuellement. Suite à cela, nous avons donc décidé de tester le premier cas et de faire de la recherche pour trouver une solution pour le deuxième cas. Pour commencer la section prototypage et essais, nous avons débuté par concevoir une version physique du système de poulies-courrois et supports afin de voir l'emplacement de chacune des pièces (Figure X). Ensuite, nous avons testé si une tige fixée à un panneau de rideau à l'aide de pinces permettait un mouvement de translation lorsque tirer à partir d'un point sur la tige (Figure X). Nous avons donc pu valider cette hypothèse, car un mouvement était engendré avec peu de force et peu de points de contact. Par contre, suite à nos recherches, nous avons déterminé que fixer la tige à la courroie serait une solution assez complexe et ne permettrait pas le mouvement manuel des rideaux. Suite à ce prototype et à la troisième rencontre avec le client, nous avons donc changé quelque peu notre solution initiale.



**Figure 11 : Emplacement prototype 1**



**Figure 12 : Tige prototype 1**

Lors de la troisième rencontre avec notre client, nous lui avons présenté notre nouvelle solution (Figure 9). Ce dernier a apprécié cette amélioration plus adaptée que la tige mais attendait de voir notre prochain prototype pour vérifier sa faisabilité. Pour faciliter le prototypage et la vérification de nos hypothèses, nous avons décidé de reproduire le produit final mais sous format réduit (Figure X). Grâce à ceci, nous avons pu tester le mouvement de translation des rideaux par la rotation des moteurs et nous avons pu tester l'activation à distance du système grâce à un bouton et un module de fréquences radios. En ce qui a trait au système de poulies et fils, nous avons dû essayer plusieurs types de fils et de connections entre les poulies et les fils tels que de la ficelle et de la colle chaude. Pour cette partie, nous avons déterminé que du fil de couture et des rubans en caoutchouc étaient les plus efficaces pour engendrer le mouvement de translation sans que le fil s'entremêle trop et que la poulie soit en mesure de faire tourner le fil. Toutefois, cette solution n'était pas durable, car après un certain nombre de rotation de la poulie, le fil finissait par s'entremêler. Ensuite, nous avons créé le circuit composé d'un Arduino, des moteurs et d'un module RF. Grâce à ceci, nous avons réussi à faire tourner les moteurs. Toutefois, nous avons remarqué qu'il n'était pas possible d'utiliser deux modules de transmission RF, car le signal envoyé par un seul module était reçu par les deux receveurs différents ce qui rendait l'utilisation de deux boutons d'activation impossible. De plus, nous avons conçu le circuit pour le bouton. Ce dernier envoyait un signal, mais n'était pas constant. Ceci a été corrigé plus tard en augmentant le délais entre les lectures des signaux. À la fin de

cette phase de prototype, nous avons réussi à engendrer le mouvement de translation des rideaux grâce à un bouton activable à distance. Toutefois, cette solution n'est pas durable, car il faudrait trouver une solution afin que les fils ne s'entremêlent pas et pour que l'on puisse activer 2 boutons au lieu qu'un seul.



**Figure 13 : Prototype 2**

## Modèle d'affaire

Cette partie du rapport a pour but de concevoir un modèle d'affaire dans l'éventualité où nous aimerions commercialiser notre produit, soit les rideaux intelligents. De plus, l'hypothèse la plus risquée sera évaluée et vérifiée.

Nous avons choisis le modèle d'affaire "Lame de rasoir". Ce modèle d'affaire correspond le mieux pour la commercialisation de notre produit, car il implique que le produit sera acheté par l'utilisateur et qu'il pourra utiliser les fonctions de bases de ce dernier immédiatement. Grâce à ce modèle d'affaire, nous pourrions ajouter des fonctions supplémentaires au produit et les utilisateurs peuvent décider ou non de les acheter. Ce qui suit est le tableau de notre modèle d'affaire.










<p><i>Partenaires clés</i> </p> <p>Gestionnaire de projets, TA, Professeur Makerstore, Fabricville</p>	<p><i>Activités clés</i> </p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Assemblage du système d'ouverture de rideaux</li> <li>2. Programmation Arduino</li> <li>3. Transmission de signaux pour activation du système</li> </ol>	<p><i>Proposition de valeur</i> </p> <p>Être plus indépendant et se sentir en contrôle</p>	<p><i>Relation avec les clients</i> </p> <p>Créer la solution pour l'ouverture de rideaux</p>	<p><i>Segments de la clientèle</i> </p> <p><b>Individus avec une motricité réduite</b></p>
	<p><i>Ressources clés</i> </p> <p><u>MakerSpace</u>, Internet, Membres de l'équipe</p>		<p><i>Canaux de distribution</i> </p> <p>Hôpital Saint-Vincent</p>	
<p><i>Structure des coûts</i> </p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Moteurs</li> <li>- Arduino</li> <li>- Poulies et courroies</li> <li>- Autres composantes</li> </ul>		<p><i>Sources des revenus</i> </p> <p>Achat fait par le client (Université et Hôpital Saint-Vincent)</p>		

Figure 14 : Modèle d'affaire

Ensuite, les hypothèses de bases que nous avons déterminées sont les suivantes :

1. Le système peut être activé à distance.
2. Le système peut être activé à n'importe quel endroit dans la chambre de la patiente.
3. Le système peut être activé sans devoir exercer une grande force sur le système activant.
4. Le coût de production du système est moins de 100\$.

### Tableau de validation

leanstartupmachine		Tableau de validation				Nom du projet: Rideaux intelligents		Nom du dirigeant de l'équipe:					
Les pivots		Début	1er pivot	2e pivot	3e pivot	4e pivot							
Hypothèses clients	Personnes avec une motricité restreinte.												
Hypothèses problème	Besoin de rideaux automatiques.	<small>Rappel: Limite d'une note collante par boîte. Écrivez en MAJUSCULES. Notez pas plus que 5 mots par note collante.</small>											
Hypothèses solution	Conseil: Ne PAS définir une solution avant d'avoir validé le problème.												
<b>Concevoir l'expérience</b> - Le système peut être activé à distance. - Le système peut être activé à n'importe quel endroit dans la chambre de la patiente. - Le système peut être activé sans devoir exercer une grande force sur le système activant. - Le coût de production du système est moins de 100\$.		<b>Activation à distance</b>  <b>Exploration</b>  1/20	<b>Résultats</b>  <b>SORTEZ DE LA BÂTISSE</b>  		<b>Invalidé</b> <small>Si invalidé, faites un pivot sur au moins une hypothèse de base.</small>	<b>Validé</b> <small>Si validé, faites un retour intelligent et vérifiez la prochaine hypothèse la plus risquée.</small>	1	2	3	4	5	6	
								1	2	3	4	5	6

Figure 15 : Tableau de validation

Les étapes que nous avons suivies pour valider nos hypothèses sont les suivantes :

1. Nous avons déterminé que notre clientèle sont des personnes ayant une motricité limitée.

2. Nous avons déterminé que le problème est qu'il ont besoin de rideaux automatiques.
3. Nous avons développé les quatres hypothèses suivantes :
  - a. Le système peut être activé à distance.
  - b. Le système peut être activé à n'importe quel endroit dans la chambre de la patiente.
  - c. Le système peut être activé sans devoir exercer une grande force sur le système activant.
  - d. Le coût de production du système est moins de 100\$.
4. Notre hypothèse la plus risquée (activation à distance) a été validée lors de nos rencontres avec la patiente. Ainsi, notre modèle d'affaire est validé.

Bref, nous serions en mesure de commercialiser notre produit selon le modèle d'affaire que nous avons conçu. De plus, la validation et/ou l'invalidation des hypothèses que nous avons ressorties nous permettront de poursuivre le projet avec plus de certitude.



## Analyse économique

Cette partie du rapport a pour but de développer un compte de profit et de perte en prévision de la vente de notre produit et selon le modèle d'affaire que nous avons conçu précédemment. Nous indiquerons les coûts reliés au produit et nous déterminerons les profits et le seuil de rentabilité.

### Liste des coûts (variables/fixes/directs/indirects)

#### Coûts variables :

- Microcontrôleur Arduino - 8,00\$
- Module RF Transmitter/Receiver - 1,75\$
- Moteurs - 8,26\$
- Poulies (bobines de couture) - 10,00\$/paquet de 10
- Courroies (fils à pêche) - 6,00\$/bobine
- Crochets - 5,00\$/paquet de 4
- Fils-connecteurs - 3,00\$/paquet de 40
- Boutons - 0,35\$
- Piles AA - 10,00\$/paquet de 4

**Coûts fixes** : Pièces créées à l'aide de l'Impression 3D (connection moteur-poulie) - 40,00\$/filament

**Coûts directs** : Matériaux présentés ci-haut (environ 50\$/produit), main-d'oeuvre (hypothétiquement 25\$/h)

#### Coûts indirects :

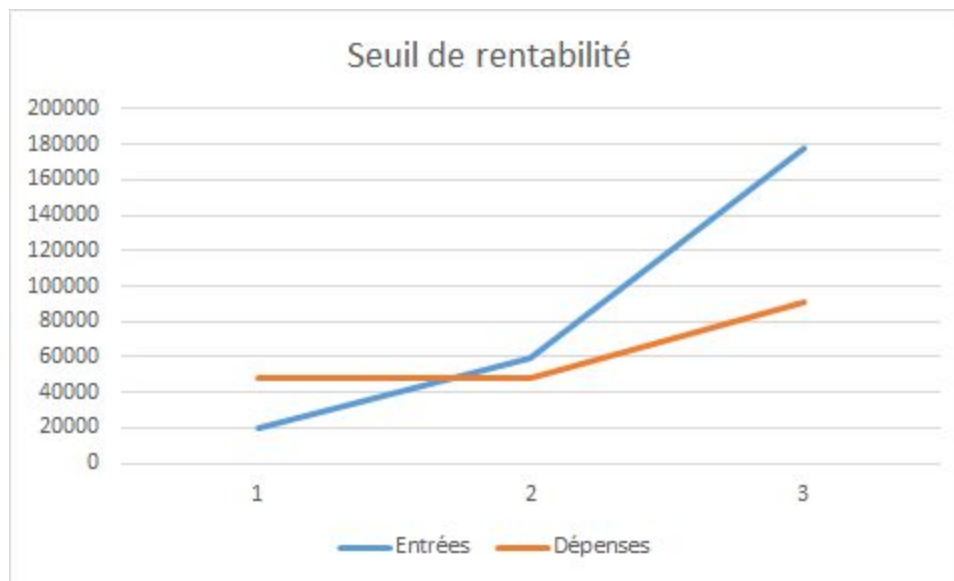
- Matériel informatique :
  - Ordinateur - 800\$
  - Logiciel Arduino - N/A
  - Imprimante 3D - 1000\$
- Publicité pour la vente - 5000\$/année

### Compte de profits et de pertes sur 3 ans

Nous avons assumé que pour réaliser un produit, cela va nous coûter environ 52.01\$. Ainsi, nous allons les vendre à environ 85\$. Nous avons également assumé que nous avons vendu environ 600 produits pour la première année, 1800 pour la deuxième et 5400 pour la troisième (monte en triplant après chaque année).

	<b>1ère année</b>	<b>2ème année</b>	<b>3ème année</b>
Ventes	\$51,000	\$153,000	\$459,000
Coût des produits vendus	<u>31,206</u>	<u>93,618</u>	<u>280,908</u>
<b>Profit brut sur les ventes</b>	\$19,794	\$59,382	\$178,092
<b>Frais d'exploitation</b>			
Utilitaires	200	200	400
Main d'oeuvre	40,000	40,000	80,000
Publicité pour la vente	5,000	5,000	5,000
Équipement	1,800	1,800	3,600
Assurance	1,000	1,000	1,000
Maintenance	500	500	1,000
Loyer	300	300	1,000
Dépréciation	<u>500</u>	<u>500</u>	<u>1,000</u>
<b>Total</b>	<b><u>\$48,300</u></b>	<b><u>\$48,300</u></b>	<b><u>\$91,100</u></b>
<b>Profit d'exploitation (*Perte)</b>	<b>- \$28,506*</b>	<b>\$11,082</b>	<b>\$86,992</b>

## Seuil de rentabilité



**Figure 16 : Seuil de rentabilité**

On constate que le seuil de rentabilité est atteint pour des entrées de 48,300\$. On a donc besoin de vendre 569 produits pour atteindre le seuil de rentabilité.

Nous allons effectuer l'analyse VAN sur 3 ans :  
On pose comme intérêt  $i = 6\%$ .

Année	Flux monétaire \$	Valeur actualisée du flux monétaire \$
1	-28 506	-30 216,36
2	11 082	11 746,92
3	86 992	92 211,52

**Tableau 5 : Analyse VAN**

**Total:** 73742,08\$

**Investissement initial:** -1800\$

**Valeur actualisée nette:** 71 942\$

### **Hypothèses faites en développant le rapport d'économie :**

1. Chaque système coûte 50\$. Nous offrirons alors le produit à 85\$. Dans le marché actuel, un dispositif qui ouvre et ferme un rideau coûte 239\$.
2. Vu que nous sommes une petite compagnie, nous aurons besoin de peu d'employés pour fabriquer une quantité limitée de systèmes.
3. Vu le nombre d'employés et l'espace requis, nous pourrions louer un simple local au coût de 300\$.
4. Pour l'équipement nécessaire au fonctionnement de la compagnie, nous aurons besoin d'un à 3 ordinateurs à 800\$ et d'une imprimante 3D à environ 1000\$ afin de fabriquer notre produit.
5. Après la première année, nous envisageons de faire un profit brut d'environ 20 000\$.

L'analyse économique de notre projet nous a permis de déterminer le compte de profit et de perte de notre produit dans l'éventualité où nous le mettrons sur le marché. Nous pouvons confirmer qu'il serait possible de faire un profit et que ce dernier serait rentable après la deuxième année.

# Manuel de l'utilisateur

## Caractéristiques du produit

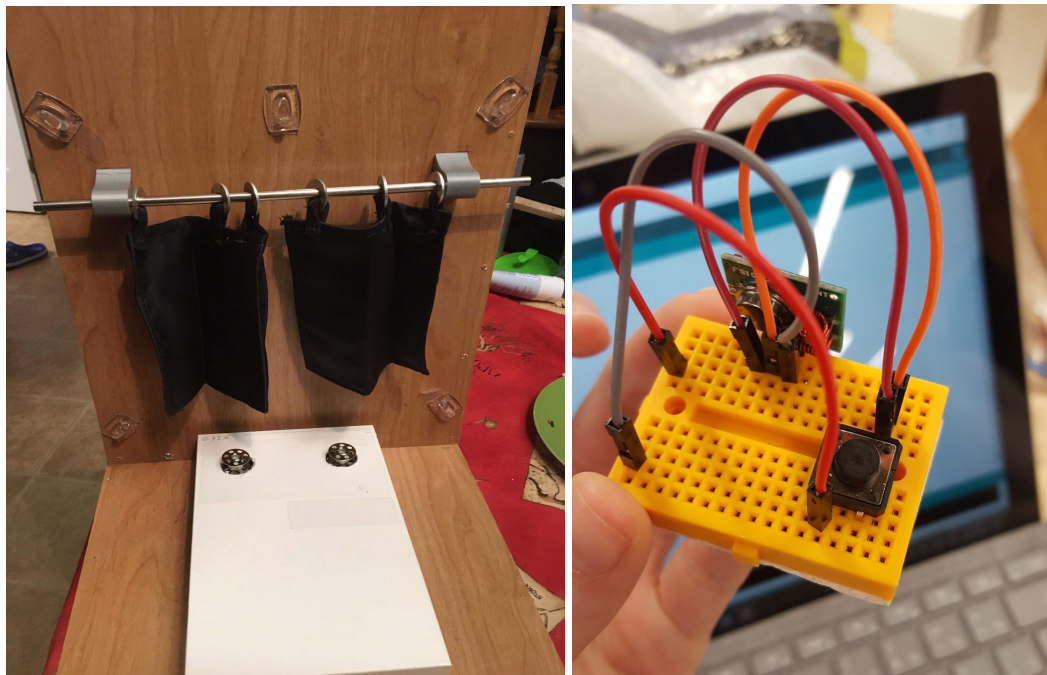
- Facilite la vie aux personnes ayant une mobilité réduite
- Le produit fonctionne à distance
- Utilisation sans aide d'une autre personne
- Posé sur le rebord de la fenêtre
- Chaque panneau de rideau s'ouvre indépendamment

## Le fonctionnement et la maintenance

Le produit fonctionne grâce à un système poulies/courroies et à un dispositif d'activation par signaux radios. Le premier effectue un mouvement de translation des deux panneaux de rideaux, indépendamment, grâce à deux moteurs pas-à-pas effectuant une rotation des poulies, et par conséquent, une translation des anneaux des rideaux grâce aux fils attachés à ces derniers. Le deuxième est constitué d'un module de transmission de fréquence radio et d'un bouton-poussoir. Quand le bouton est appuyé et relâché, un signal est envoyé à l'Arduino du système et ouvre ou ferme les rideaux dépendamment de son état actuel.

Pour une bonne maintenance du produit, le client devra s'assurer de changer les piles du système ainsi que du dispositif d'activation lorsque nécessaire.

## La vue exposée du produit avec la liste des pièces et leur fonctionnement



**Figure 17 : Produit final**

- 1) **Fils** : Fils de couture qui sert à transformer le mouvement de rotation des poulies en mouvement de translation des rideaux.
- 2) **Poules** : Les poulies sont attachées à des supports et elles font un mouvement de rotation.
- 3) **Moteurs** : Moteurs pas-à-pas (Stepper Motor) Ce sont des moteurs de 5V, ce qui est assez puissant pour compléter la tâche nécessaire.
- 4) **Batteries**: Ce sont des batteries AAA (4) qui alimentent le dispositif d'activation.
- 5) **Clip de batterie** : La clip de batterie permet la connexion entre les batteries et le dispositif d'activation.
- 6) **Microcontrôleur Arduino Uno** : Utilisé afin de charger le programme qui contrôlera les moteurs du mécanisme et pour recevoir le signal du transmetteur.
- 7) **Support** : Ce sont des supports imprimés qui vont rendre les poulies et courroies stables.
- 8) **Breadboard** : Utilisé afin de faire les différentes connexions entre les moteurs, les piles, les receveurs/transmetteurs et le microcontrôleur.
- 9) **RF Transmitter/Receiver** : Utilisé afin d'envoyer et de recevoir les commandes pour ouvrir et fermer les rideaux. Ce fait à l'aide de fréquences radios.
- 10) **Fils connecteur** : Utilisés pour faire la connexion entre les différentes composantes (Arduino, moteurs, RF transmitter/receiver, etc.).
- 11) **Bouton-poussoir** : Utilisés pour activer le transmetteur de signaux, et par le fait même, la commande pour ouvrir/fermer le rideau.
- 12) **Boîtes** : Utilisés pour couvrir le mécanisme qui ouvre/ferme les rideaux et pour contenir le dispositif de contrôle sans-fil.

### **Les capacités du produit**

Notre produit vise à aider les gens qui ne sont pas en mesure d'ouvrir et de fermer leurs rideaux manuellement, et ce de manière indépendante et à n'importe quel distance. Le système peut s'installer pour les types de rideaux avec anneaux et pour n'importe quels types et grandeurs de fenêtres. La fenêtre doit avoir un rebord afin d'y poser le système.

## **Les instructions détaillées d'installation**

Afin d'installer le système, il faut commencer par fixer la boîte contenant les composants électroniques et les moteurs sur le rebord de la fenêtre. Ensuite, il faut poser les crochets aux quatre coins des murs de la fenêtres ainsi qu'au centre en haut des rideaux. Finalement, il faut accrocher les fils après chaque poulies et crochets correspondants en plus du premier anneau intérieur de chacun des panneaux de rideaux. Aucune installation est nécessaire pour le dispositif d'activation.

## **Les consignes de sécurité**

Le système a été conçu pour être posé sur le rebord de fenêtre afin d'éviter une chute de ce dernier. Toutefois, il faut s'assurer que la boîte soit fermée en tout temps pour éviter d'endommager les composants électriques et les moteurs et afin d'éviter les blessures. De plus, il faut d'assurer que les fils et la boîte sont bien fixés pour ne pas endommager le système dû à l'entremêlement des fils ou au mouvement de la boîte et de ses composants. Éviter d'ouvrir la boîte contenant le système et/ou le dispositif d'activation pour ne pas compromettre le fonctionnement du produit.

## **Dépannage**

- En cas d'entremêlement ou de décrochage des fils, veuillez les enlever et les replacer correctement.
- Si le dispositif ne transmet plus de signaux, veuillez changer les batteries de ce dernier.
- Pour tout autre dysfonctionnement du produit, veuillez nous contacter afin de ne pas endommager le produit.

## Fichiers de conception

Afin d'ouvrir et de fermer les rideaux, nous avons utilisé le programme ci-dessous conçu pour l'Arduino. Les explications quant au code sont indiquées directement dans le programme pour faciliter la lecture et la compréhension de ce dernier. Il est à noter que le programme a été créé pour un seul Stepper Motor, car nous voulions nous assurer du bon fonctionnement d'un moteur avant de l'appliquer aux deux. Par contre, si un deuxième moteur est ajouté, le code serait le même et il n'y aurait qu'à le dupliquer et à changer le nom des nouvelles variables.

```
#include <Stepper.h>

//Variables
const int analogInPinLeft = A0; //Pin on the Arduino board
float sensorValueLeft = 0; //Value obtained on the receiver
int isOpening = 0; //If the curtain is opening
int isClosing = 0; //If the curtain is closing
int lastMovement = 1; //To keep the last action executed : Opening = 1 || Closing = 2
int nbOfRotation = 0; //To keep the number of rotation done by the stepper motor

//Instantiate the stepper motor
const int stepsPerRevolution = 200; //Number of steps per revolution done by the stepper motor
Stepper stepperLeft(stepsPerRevolution, 8, 10, 9, 11); //Associates the pins on the Arduino board to stepperLeft

//Actions to be executed when the program is executed for the first time
void setup() {
  Serial.begin(9600); //In order to see the values read by the receiver in the serial monitor

  //Sets the speed of the stepper in rpm (revolution per minute)
  stepperLeft.setSpeed(120);
}
```



```

//Actions to be executed when the program is running and the setup has been completed
void loop() {
  //Read the sensor value for the receiver
  sensorValueLeft = analogRead(analogInPinLeft);

  float voltageLeft = sensorValueLeft*5/1023; //In order to read the sensor value as a voltage

  //To activate the motor when the button is pressed
  Serial.print("Voltage Output = \n"); //In order to properly read the values in the serial monitor
  Serial.print(voltageLeft); //Prints the voltage after one read

  //If the voltage is bigger than 3 (value obtained if the button is pressed)
  if (voltageLeft > 3) {
    //If no action required
    if(isOpening == 1 || isClosing == 1){
      //Do nothing
    } else if(lastMovement == 1){ //if the curtain was closed, the variables will be changed in order to open
      lastMovement = 2;
      isOpening = 1;
    } else if(lastMovement == 2) { //if the curtain was opened, the variables will be changed in order to close
      lastMovement = 1;
      isClosing = 1;
    }
  }
}

//if we want to open, we do a certain number of steps clockwise and we increment the number of rotation
if(isOpening == 1){
  stepperLeft.step(2000);
  nbOfRotation++;
} else if(isClosing == 1){ //if we want to close, we do a certain number of steps counterclockwise and we
  stepperLeft.step(-2000); //increment the number of rotation
  nbOfRotation++;
}

//If the number of rotation needed to completely open or close the curtain is obtained, stop the current movement
if(nbOfRotation > 5){
  isOpening = 0;
  isClosing = 0;
  nbOfRotation = 0;
}

//Delay between each read on the receiver
delay(300);
}

```

**Figure 18 : Programme Arduino**

## Conclusion et recommandations

Bref, suite à ce rapport, nous serons en mesure de bien présenter notre solution et de convaincre les gens de l'importance de cette dernière grâce aux divers arguments que nous avons soulevés. Pour ce qui est des leçons apprises, tout d'abord, il faut explorer le plus d'options possibles au meilleur de nos capacités. En effet, nous avons considéré l'option d'utiliser des fils plutôt qu'une courroie au début de la session, mais nous n'avons pas exploré cette idée davantage. Donc, une bonne leçon à apprendre est d'explorer plus sérieusement chaque idée mentionnée lors de la partie *brainstorming* du projet. C'est une étape cruciale pour faire en sorte que nous débutons notre projet dans la bonne direction. De plus, nous devrions faire davantage de tests et aussi les faire plus tôt afin de corriger les problèmes plus rapidement ou de trouver d'autres solutions. Ceci nous permettrait d'assurer la rencontre de nos objectifs dans le temps alloué.

Pour le futur, il faut que le mécanisme de notre produit soit perfectionné pour éventuellement le mettre sur le marché. Puisque notre prototype final est une représentation à petite échelle, il faudra l'adapter à des vrai rideaux. De plus, il faudrait rendre le prototype plus esthétique.

Finalement, grâce à ce projet, nous avons pu développer et démontrer un produit qui a comme but principal d'aider autrui. Ainsi, nous sommes fiers de pouvoir dire que les rideaux magiques reflètent ce que nous voulions accomplir dans le cadre de ce cours.

## Bibliographie

### Liens vers les produits déjà existants :

- "Slide" : <https://www.infohightech.com/slide-rend-des-rideaux-normaux-intelligents-et-connectes/>
- Google Home : [https://store.google.com/ca/product/google\\_home](https://store.google.com/ca/product/google_home)
- Push button : <https://www.sparkfun.com/products/97>