uOttawa

Faculté de génie
Faculty of Engineering

# GNG 2501 – Intro. to Product Dev. and Mgmt. for Eng

## *Livrable M – Rapport final*

## Group 10 – Allumeur de Lumière


Mia Antoun
Antoine Chipier
Patrick Fouodo
Ali Guessous
Lea Sawaya

# Abstrait

Durant cette session, nous avons dû travailler sur un projet pour notre cliente à l'hôpital Saint Vincent. Notre cliente est sur une chaise roulante et a une très faible mobilité au niveau de ses membres supérieurs. Elle voulait que nous concevions un dispositif qui lui permettra d'allumer et éteindre la lumière de sa chambre à distance sans avoir recours à une infirmière et sans devoir aller à l'interrupteur pour allumer et éteindre la lumière. Dans ce manuel, nous décrivons notre parcours durant session et tout ce dont on a recours avec la solution finalisée.

# Table of Contents

Abstrait ..... 1
Table of Figures ..... 3
Introduction ..... 4
Empathie et définition du problème ..... 5
Liste de déclarations/observations des clients obtenus à partir des entrevues avec les clients : ..... 5
Liste de besoins des clients traduits et priorisés du plus important au moins important : ..... 5
Enoncé de problème : ..... 5
Étalonnage des produits semblable ..... 6
Liste des métriques : ..... 7
Spécifications cibles : ..... 7
Retour sur l'entretien : ..... 8
Conception préliminaire : ..... 8
Les critères de conception utilisés dans notre cas sont les suivants : ..... 8
Analyse et évaluation des solutions fournies : ..... 8
Solution choisie : Télécommande à touche légère ..... 10
Concept d'équipe : innovation de la solution choisie ..... 11
Plan du projet ..... 12
Etude de faisabilité ..... 14
Prototype, Tests & validation du client ..... 16
Description claire et détaillée de la solution ..... 20
Résultats des essais finaux : ..... 22
Modèle d'affaires ..... 23
Analyse économique : ..... 24
Manuel de l'utilisateur ..... 26
Conclusion ..... 29

# Table of Figures

Figure 1: Installation ..... 6
Figure 2: Control par application ..... 7
Figure 3: Lutron Caseta allumeur intelligent ..... 7
Figure 4: CAD model de la télécommande ..... 9
Figure 5: Schéma 2D montrant les dimensions de la télécommande ..... 9
Figure 6: Diagramme de Gantt ..... 13
Figure 7: BOM ..... 13
Figure 8: Cremallière 2 ..... 16
Figure 9: Cremallière 1 ..... 16
Figure 10: IR Sender ..... 18
Figure 11: IR Receiver ..... 18
Figure 12: Boitier mural ..... 18
Figure 13: Push Button ..... 20
Figure 14: Pulse de 38Khz ..... 21
Figure 15: IR LED's ..... 21
Figure 16: IR receiver (KY-022) ..... 21
Figure 17: Solénoide ..... 21
Figure 18: Relay ..... 21
Figure 19: Light Switch ..... 22
Figure 20: Modèle d'affaires ..... 23
Figure 21: Analyse économique 1 ..... 24
Figure 22: Table of Materials ..... 26

# Introduction

## Notre motivation

En collaboration avec le technologiste de l'hôpital Saint Vincent d'Ottawa nous avons défini un problème à résoudre. Celui-ci est de concevoir un système d'actionneur de lumière à distance. Ce projet s'inscrit dans une démarche d'aide à la mobilité pour des personnes handicapés. En effet, la population canadienne a une espérance de vie de 82 ans et un âge médian de 45ans, nous en concluons donc facilement que dans les années à venir le pourcentage de retraités et de personnes à mobilités réduites va fortement augmenter.

Sur le marché actuel, aucune marque ne propose un produit répondant simplement et efficacement à ce problème c'est donc une opportunité pour nous de s'introduire sur ce marché florissant. Les compétences nécessaires à sa bonne réalisation sont généreusement apportées par le cours que nous suivons ce qui nous renforce dans l'idée de le mener à bien.

## Les besoins

Pour définir correctement les besoins nous nous sommes basés sur la situation d'une patiente de l'hôpital. Celle-ci ne présentait aucune mobilité des membres inférieurs et une très faible pour les membres supérieurs, de ce fait dans la journée elle ne se trouvait que dans son lit ou sur une chaise roulante. Actuellement la patiente ne peut allumer ou éteindre la lumière seule mais doit demander l'aide de l'équipe médical. Nous avons défini les lignes directrices de notre projet qui sont : un système mobile et autonome permettant à une personne avec une faible mobilité des membres supérieurs à éteindre ou allumer la lumière à distance.

## Différenciations

Certains produits similaires sont présents sur le marché mais ils ne répondent pas efficacement aux demandes de la patiente c'est pour cela qu'aucun d'entre eux ne sont utilisés au sein de l'hôpital Saint Vincent. Notre produit est simple, efficace et amovible. Le patient peut le monter et démonter rapidement, son design est sobre et efficace, il est fiable et robuste. La proximité avec la patiente nous a permis de développer un produit cohérent avec les besoins des personnes à mobilités réduites et donc qui se différencie de ce qui se trouve sur le marché actuel.

# Empathie et définition du problème

## Liste de déclarations/observations des clients obtenus à partir des entrevues avec les clients :

- La cliente a une très faible motricité aux membres supérieurs cependant voudrais contrôler la lumière par elle-même en utilisant ses membres supérieurs.
- La cliente veut être indépendante.
- La cliente peut appuyer sur un bouton qui n'est pas dur presque tactile, son problème est en haussant et baissant l'interrupteur puisqu'elle n'a pas de force physique à le faire.
- La cliente est sur une chaise roulante et ne peut pas se déplacer beaucoup dans sa chambre puisque l'espace n'est pas vaste.
- La cliente veut une solution à long terme et non une solution qui ne durera pas.
- La cliente a un certain temps durant lequel elle souhaite que la lumière soit allumée dans sa chambre et à une certaine heure à laquelle elle devrait s'éteindre.
- La cliente a une très bonne connaissance dans le domaine de la technologie et comprend ce qui lui est fait.

## Liste de besoins des clients traduits et priorisés du plus important au moins important :

- La solution développée pourrait permettre à la cliente d'être indépendante des infirmières et de leur aide à contrôler l'interrupteur.
- La cliente parle l'anglais et pas le français et donc l'interface développée aurait besoin d'être compatible avec sa langue.
- Besoin d'un bouton qui soit facile à cliquer et qu'il soit accessible.
- Solution qui marche avec son ordinateur et sa tablette et non seulement sa tablette en cas de développement d'une solution qui nécessite l'utilisation d'un appareil électronique.
- Solution long terme.

## Enoncé de problème :

L'énoncé de notre problème consiste à concevoir un dispositif permettant aux personnes handicapées de pouvoir allumer la lumière de leurs chambres à distance. Ce dispositif doit être économique, moins cher est disponible avant la fin de la session. La personne qui fait face au problème et qui est notre cliente est une personne qui a un handicap au niveau de ses membres

supérieurs et inférieurs. Cependant elle se déplace sur une chaise roulante et a une très faible motricité au niveau de ses membres supérieurs. Notre cliente est aussi bien informée sur le sujet sur lequel on travaille et a refusé une solution qui lui a été donnée auparavant après avoir fait ses recherches sur le sujet.  Nous pouvons trouver plusieurs solutions pour son problème : nous pouvons développer une télécommande avec un bouton qui a une touche légère sur lequel elle pourra cliquer et allumer la lumière, nous pouvons aussi développer une application qui pourra être intègres dans sa tablette et son ordinateur, nous pouvons aussi développer une lumière qui s'allume et s'éteint lorsqu'il y a un certain mouvement dans la chambre ou lorsqu'il fait nuits et jour. Cependant nous sommes limités par le temps et l'argent et donc nous devons faire une étude sur chaque solution en prenant compte de nos limites et de nos ressources et ensuite choisir la solution qui est optimale à la cliente.

## Étalonnage des produits semblable

- L'interrupteur automatique :

  Assure l'allumage automatique de la lumière au passage de l'occupant et l'extinction lorsqu'il n'y a plus de mouvement dans la pièce. Il pallie ainsi aux oublis d'extinction de lumière.

  Avec une mise en œuvre adaptée, un interrupteur automatique installé au pied du lit permettra de déclencher la lumière de la chambre dès que la personne se lève et ainsi éviter toute chute notamment au milieu de la nuit

- Smart Light Switch

  Contrôle vocal : Fonctionne avec Alexa et Google assistant pour un contrôle vocal mains libres Télécommande : Activez / Désactivez ou automatisez les lumières à l'aide de l'application Smart life quand vous le voulez, où que vous soyez; est compatible uniquement avec un réseau wifi 2,4 GHz. Vendu par amazone au prix de CDN$ 57.99

*Figure 1: Installation*

*Figure 2: Control par application*

- Allumeur de lumière intelligent sans file Lutron Caseta : Compatible avec tout type ampoule et ventilateur, vendu par Home dépôt au prix de CND$64.95

*Figure 3: Lutron Caseta allumeur intelligent*

## Liste des métriques :

- Accessibilité :
- Contrôle par application
- Contrôle vocale
- Installation facile
- Petit format
- Installation durable

## Spécifications cibles :

- Performance (temps de réaction avant l'exécution des tâches < 5 secondes, fonctionnement adéquat et compatible avec les besoins de l'utilisateur).
- Eco-friendly (capacité à pouvoir éteindre la lumière s'il n'y a aucune présence humaine).
- Accessibilité (facile d'utilisation par le client).
- Durabilité (durée de vie > 2 ans).
- Qualité (bon rapport qualité-prix, système intelligent).
- Coût (<100$).
- Esthétique (design qui plaît au client).

### Retour sur l'entretien :

L'entretien nous a permis de définir les besoins du client. La première partie avec le technologiste de l'hôpital fut complète et efficace, nous avons pu définir de façon rigoureuse ses besoins. La deuxième partie avec la patiente fut nettement différente. Les attentes de celle-ci restent vagues, nous n'avons pas été en mesure d'établir un dialogue efficace et empathique avec la patiente. Il sera nécessaire de réaliser d'autres rencontres. Ainsi le point important qui ressort de cet entrevu est la difficulté de pouvoir répondre aux attentes de la patiente tout en proposant un prototype fonctionnel et efficace. Par exemple, elle souhaite pouvoir utiliser notre système avec ses membres supérieurs, ce qui nous (le groupe et le technologiste) semble difficile à la vue de la très faible mobilité de ses bras.
Donc il faudra prendre en compte tout au long du projet la compatibilité de notre réponse avec la vie quotidienne de notre patiente.

## Conception préliminaire :

### Les critères de conception utilisés dans notre cas sont les suivants :

- Il faut que l'outil développé soit électromécanique.
- Il faut que l'outil développé permette à la cliente d'allumer et éteindre la lumière sans devoir se déplacer de sa chaise roulante ou son lit.
- La cliente veut que la lumière s'allume et s'éteint à un temps précis.
- La cliente veut que l'outil ai un petit format : 12 x 14cm.
- Il faut que le bouton qui active la lumière soit facile à cliquer du a la faible motricité de notre cliente.

### Analyse et évaluation des solutions fournies :

a) Télécommande à touche légère : Une première solution à notre problème serait de développer une télécommande a bouton duquel la cliente pourrait contrôler la lumière. Bien qu'une telle innovation ait été déjà créé, elle est un peu chère et devrait être connectée au circuit général de la chambre dans laquelle il faut l'installer. Donc son installation nous sera complexe et son cout est haut. Ainsi, nous avons fait un modèle de télécommande qu'on va construire nous-même et ainsi sera simple à installer et utiliser et ne coutera pas trop cher puisqu'on a besoin d'un Arduino, des câbles et le matériel avec

lequel elle sera faite. Une fois le bouton activé, l'information sera transmise vers un moteur monté sur l'interrupteur via Bluetooth ou IR sensors. Les moteurs seront responsables d'allumer la lumière en activant l'interrupteur. En effet, cette solution rencontre nos critères de conceptions et est bien adaptée à nos connaissances.

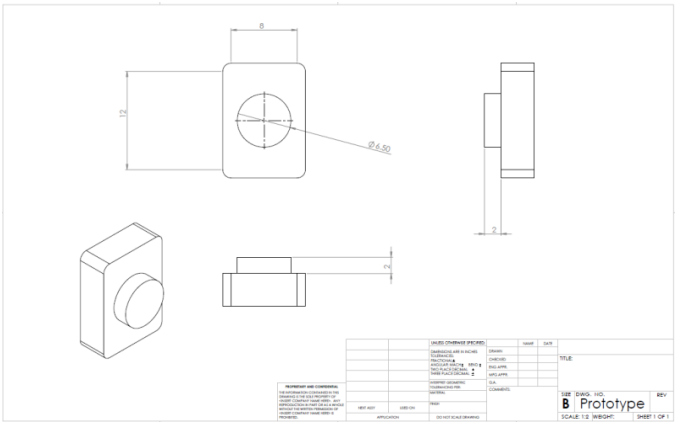



*Figure 5: Schéma 2D montrant les dimensions de la télécommande*

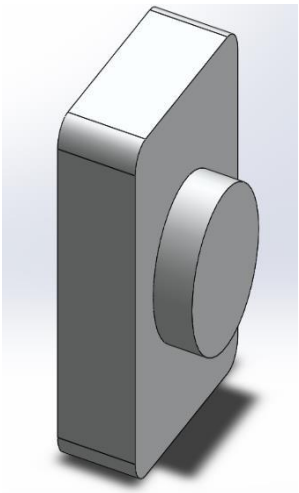


*Figure 4: CAD model de la télécommande*

b) Allumeur détecteur de mouvement : Une 2ème solution est de créer une boite qui contiendra un sensor de mouvement et une photodiode qui détecte s'il fait jour et nuit. Aussitôt que ce sensor détecte un mouvement, il s'allume. Cependant après bien avoir pensé à cette solution, nous avons trouvé que oui pendant la journée la lumière va être éteinte puisqu'il y a la lumière du soleil, et ensuite aussitôt que la nuit arrive, elle s'allume. Aussi quand la cliente bouge, la lumière va s'allumer. Cependant, prenons le cas quand la cliente est au lit et qu'elle ne bouge pas cependant elle regarde la télévision, dans ce cas, la lumière ne pourra pas s'allumer toute seule et donc ce sera un problème. Cette solution échoue à rencontrer nos besoins du a son inhabilite à contrôler la lumière dans le cas ou la patience ne bouge pas mais veut la lumière allumée.

c) Application contrôleur de lumière par PC et tablette : Une 3ème solution serait de développer une application pour que la cliente puisse contrôler la lumière de sa tablette et son ordinateur. Cependant, développer une application n'est pas une tâche facile et prend des mois à développer une qui soit fonctionnelle. Aussi, le langage de programmation qu'il faut utiliser pour faire l'application n'est pas le même pour l'ordinateur et a tablette

et donc prendra un temps de travail double. Et développer une application qui marche uniquement sur la tablette est inutile puisque la cliente a déjà une de la sorte mais elle voudrait une qui marche avec son ordinateur et sa tablette ensemble. Cette solution dépasse le temps donné pour avoir une solution et donc ne pourra pas nous aider dans notre cas.

d) Reconnaissance de la parole : Une 4ème solution serait de développer un système qui marche sur ce qu'on appelle speech recognition. La cliente n'aurait qu'à dire « Turn on light » et la lumière s'allumera et à dire « Turn off light » et la lumière s'éteindra. Une telle invention est déjà disponible avec Google Home, Google Assistant et Alexa. Cependant, ces 3 technologies coutent vraiment cher. La cliente a une Google Home chez elle et une solution déjà essayée a été de chercher un interrupteur et le faire marcher avec Google Home mais ça n'a pas marcher. Aussi, comme la cliente préfère avoir une solution qui tend vers la mécanique pour bouger, donc la reconnaissance de parole ne serait pas une solution propice pour notre problème. Aussi, une telle solution nécessite une très bonne connaissance en intelligence artificielle ce qui n'est pas le cas dans notre groupe puisque nos connaissances sont bien limitées dans ce domaine. Cette solution a besoin de plus de connaissances qu'on en a pour être développée et donc échoue à rencontrer nos connaissances en intelligence artificielle qui est basique.

## Solution choisie : Télécommande à touche légère

En fonction de nos critères de choix énumérés précédemment à savoir :

- un système électromécanique
- contrôler à distance
- programmable
- facilement transportable et léger
- facile à utiliser

## Concept d’équipe : innovation de la solution choisie

Etant donné que la solution choisie existe déjà sur le marché, mais couteuse, nous comptons la modifier ou apporter une innovation afin qu’elle réponde à nos réponde à nos critères de conceptions et plus essentiellement aux besoins du client. La solution consistera en un système électromécanique programmable sur plateforme Arduino qui pourra être contrôlé à distance par une télécommande légère facilement utilisable par la cliente.

La fonctionnalité primaire est la facilité d’utilisation. Nous avons entendu les besoins de la patiente et nous nous efforçons à répondre de façons rigoureuses à ces besoins tout en optant pour une solution simple et basique. La simplicité garantira une facilité d’utilisation et une fiabilité du produire : minimiser les connectiques, les pièces et autre le permettra. A l’inverse le désavantage est qu’il ne sera pas facilement modulable et donc propre à certaines installations.

## Plan du projet

Dès le début du lancement du projet, nous avons élaboré un plan détaillé en ayant recours à la méthode de GP traditionnelle. Pour cela nous avons eu recours au MS Project software afin de construire le diagramme de Gantt qui représentera notre plan du projet à suivre.
(Note : le plan a été modifié chaque semaine et voici le plan final).

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | **Travail sur le projet et chemin critique** | **52 days** | **Sun 9/30/18** | **Mon 12/10/1** | | |
| | | **Génération de solutions** | **7 days** | **Sun 9/30/18** | **Sat 10/6/18** | | |
| | | Générer plusieurs solutions et les étudier. | 3 days | Sun 9/30/18 | Tue 10/2/18 | | All |
| | | Rencontre 2 avec le client: présenter nos solutions et voir laquelle a été la plus appréciée. | 1 day | Wed 10/3/18 | Wed 10/3/18 | 3 | All |
| | | **Implémentation du projet** | **7 days** | **Sun 10/7/18** | **Sat 10/13/18** | **2** | |
| | | Travailler sur la partie murale du projet. | 7 days | Sun 10/7/18 | Sat 10/13/18 | | Ali & Patrick & Antoine |
| | | Travailler sur la partie télécommande du projet. | 7 days | Sun 10/7/18 | Sat 10/13/18 | | Mia & Lea |
| | | **Achat du matériel** | **13 days** | **Sun 10/14/18** | **Tue 10/30/18** | **5** | |
| | | Faire la BOM concernant les matériaux électroniques. | 7 days | Sun 10/14/18 | Sat 10/20/18 | | Mia & Lea |
| | | Faire la BOM concernant les matériaux mécaniques. | 7 days | Sun 10/14/18 | Sat 10/20/18 | | Ali & Patrick |
| | | Commander le matériel qui n'est pas présent dans le lab online. | 7 days | Mon 10/22/18 | Tue 10/30/18 | 9,10 | Antoine |
| | | **Prototype I** | **12 days** | **Sun 10/21/18** | **Sat 11/3/18** | **8** | |
| | | Commencer le développement du prototype: faire fonctionner le IR sender et receiver. | 10 days | Sun 10/21/18 | Thu 11/1/18 | | Mia & Lea |
| | | Commencer le développement du prototype: choisir le bon moteur et actionner un interrupteur avec ce moteur. | 10 days | Sun 10/21/18 | Thu 11/1/18 | | Ali & Patrick |
| | | Commencer le développement du prototype: faire le CAD model. | 10 days | Sun 10/21/18 | Thu 11/1/18 | | Antoine |
| | | Rencontre 3 avec le client, présentation du prototype et prendre note des commentaires qu'il a fait concernant ce qu'on doit corriger et améliorer dans le prototype. | 1 day | Fri 11/2/18 | Fri 11/2/18 | 13,14,15 | All |
| | | **Prototype II** | **7 days** | **Sun 11/4/18** | **Sat 11/10/18** | **12** | |
| | | Appuyer l'attention sur les circuits électroniques (les rendre plus net et plus compact). | 7 days | Sun 11/4/18 | Sat 11/10/18 | | Mia & Patrick |
| | | Essayer de voir la distance limite à laquelle le IR receiver marche. | 7 days | Sun 11/4/18 | Sat 11/10/18 | | Lea |
| | | Mettre en action le moteur avec le voltage correspondant. | 7 days | Sun 11/4/18 | Sat 11/10/18 | | Antoine |
| | | **Prototype Final** | **13 days** | **Sun 11/11/18** | **Tue 11/27/18** | **17** | |
| | | Commencer la soudure des circuit électriques dont on est sûr à 100% | 7 days | Sun 11/11/18 | Sat 11/17/18 | | Mia & Ali & Patrick |
| | | Dessiner sur SolidWorks le boitier mural et la télécommande avec les mesures correctes. | 7 days | Sun 11/11/18 | Sat 11/17/18 | | Lea & Antoine |
| | | Joindre toute les parties | 7 days | Mon 11/19/18 | Tue 11/27/18 | 22,23 | All |
| | | **Présentation Finale** | **7 days** | **Sun 11/25/18** | **Sat 12/1/18** | **21** | |
| | | Présentation finale et prototype final: faire une PowerPoint présentation et s'assurer que le prototype fonctionne normalement. | 7 days | Sun 11/25/18 | Sat 12/1/18 | | All |
| | | **Rapport** | **7 days** | **Sun 12/2/18** | **Mon 12/10/1** | **2,5,8,12,17,21,25** | |
| | | Rédaction du rapport final du projet: électronique. | 7 days | Sun 12/2/18 | Mon 12/10/18 | | Mia & Lea |
| | | Rédaction du rapport final du projet: mécanique. | 7 days | Sun 12/2/18 | Mon 12/10/18 | | Antoine & Ali & Patrick |

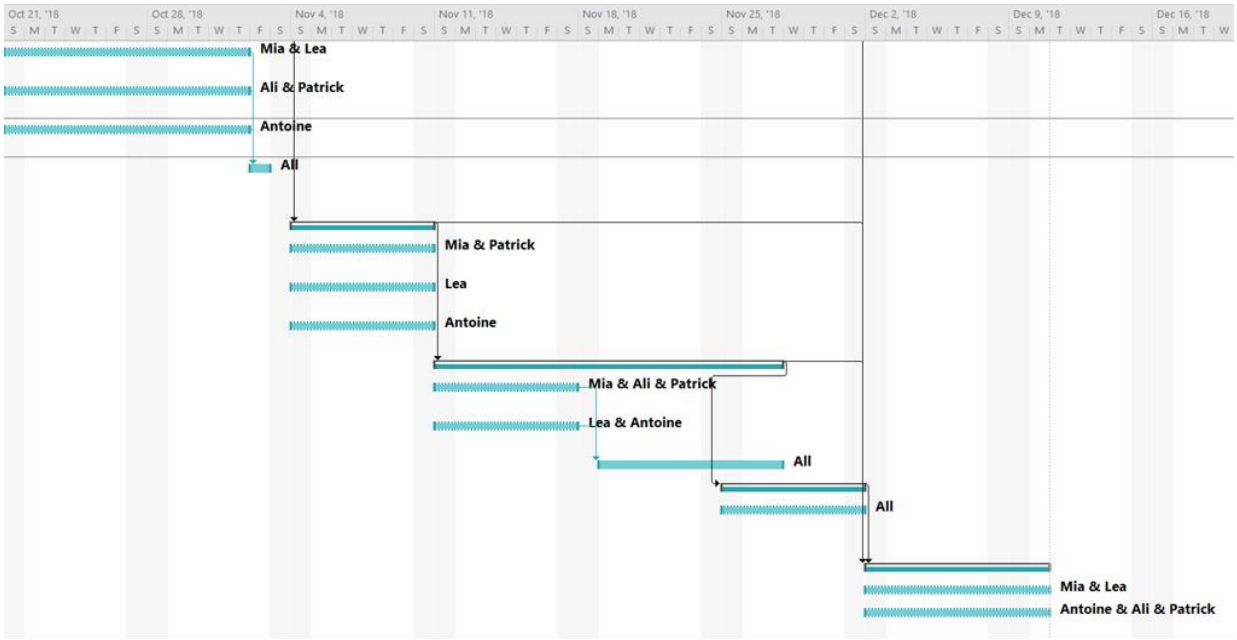



*Figure 6: Diagramme de Gantt*

Concernant l'économie du projet nous avons des fonds disponibles pour le projet 100 $et finalement notre projet nous a couté 70 $. La liste des matériaux est présentée ci-dessous :

| ITEM # | QUANTITY | REFERENCE | DESCRIPTION | COST |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 2 | Arduino | Arduino Uno | $ 14.7 |
| 2 | 1 | Solenoid | 12V 1040 T | $ 20.34 |
| 3 | 4 | LED | | $ 2.79 |
| 4 | 1 | IR receiver | | $ 15.29 |
| 5 | 1 | Relay | Output 12V | $ 5.0 |
| 6 | 2 | Battery | 9v | $ 5.0 |
| 7 | 1 | Transistor | | $ 3.5 |
| 8 | 1 | Diode | 1N4004 | $ 3.24 |

| Total | $ 69.86 |
|---|---|

*Figure 7: BOM*

## Etude de faisabilité

Technique : Est-ce que notre équipe a assez d'expertise et de ressources techniques ?

Le succès de tout processus de de conception en génie dépend des connaissances en génie, des habilités des membres de l'équipe de conception et des nouvelles connaissances que chacun décide d'acquérir pour le succès du projet.

Compte tenu de la diversification de notre équipe, nous pensons avoir les potentialités nécessaires pour accomplir ce projet convenablement. En effet nous possédons des connaissances dans plusieurs domaines différents du génie, et c'est ce qui permet de renforcer et consolider nos connaissances sur le sujet, sans oublier que nous pouvons également apporter plus d'informations par la recherche.

Ainsi, notre équipe dispose des différents atouts suivants :

- Deux étudiantes en génie Logiciel
- Deux étudiants en génie Civil
- Un étudiant en génie Mécanique

La solution choisie par notre équipe est un dispositif électromécanique contrôlé à distance par une télécommande, ce qui fait appel à une connaissance approfondit en programmation Arduino et circuit électronique. Nous ne possédons pas une haute expertise en programmation sur plateforme Arduino et circuit électronique, mais nous restons optimistes car nous disposons d'une grande bibliothèque sur le campus et des assistants à l'enseignement disponible à nous aider.

2. Économique : Est-ce que le coût de notre projet peut être raisonnable ?

L'un de nos objectifs était de créer une solution peu couteuse comparer aux solutions déjà disponibles sur le marché. Nous trouvons que notre estimation est raisonnable mais nous prévoyons faire une addiction des couts imprévu afin de rester dans la marge du budget alloué pour le projet.

Mais d'une manière globale, le budget ne limite pas la faisabilité et la pertinence de notre projet.

3. Légal : Est-ce qu'il y a des problèmes légaux à relâcher notre solution au public ?

Étant donné qu'il existe déjà des solutions semblables sur le marché nous ne pensons pas qu'il y aura des problèmes pour la sortie de notre produit puisque notre solution a été conçu sur un microcontrôleur diffèrent de des solutions qui se trouve sur les marchés.

4. Opérationnel : Est-ce qu'il y a des contraintes organisationnelles qui pourraient empêcher votre succès ?

Le succès de tout projet dépend de la planification de tous les facteurs qui entre dans le processus de réalisation du projet. Notre véritable défi reste la disponibilité de chaque membre de l'équipe et les heures d'ouverture des salles de laboratoires.

## Prototype, Tests & validation du client

Lors du prototypage nous avons voulu présenter au client un prototype qui fonctionne suivant les grandes lignes. L'objectif est donc de concevoir un produit où les fonctionnalités principales fonctionnent.

Ces fonctionnalités sont :

- Détection de la pression avec un bouton
- Transmission IR de l'information

Commander le moteur et donc la crémaillère suite à la réception de l'information. Ces trois points nous imposent d'être efficace et de produire un prototype fonctionnel ou les lignes directives de notre projet doivent être fonctionnelles. Attention ce n'est pas pour autant qu'il s'agît d'un prototype avancé, il manquera une partie importante pour que celui-ci réponde aux attentes du client : implantation dans le milieu souhaité, accessibilité, alimentions, ... L'essai devra suivre le protocole suivant :

- Pression sur un bouton relié à une Arduino
- Lien IR de l'information avec une seconde Arduino

Mise en fonctionnement du moteur et de sa crémaillère. Les hypothèses pour la réalisation de ce prototype sont : l'alimentation sera faite de la façon la plus simple pour nous, le bouton ne sera pas nécessairement celui utilisé définitivement, pour une meilleure réactivité les pièces seront en plastique d'impression. Le plus compliqué dans ce premier prototype est d'établir le lien IR entre les 2 Arduino, une partie importante de coding sera nécessaire. Il est donc primordial de suivre de façon rigoureuse et précise l'avancement de cette tâche. Si ce prototype répond aux exigences que nous nous imposons, nous passerons alors au prototype numéro 2. De nombreux points seront à retravailler nous nous laissons ainsi une plage de manœuvre pour éviter d'être coincé sur une solution de que nous souhaiterions absolument faire.

Prototype 1 :

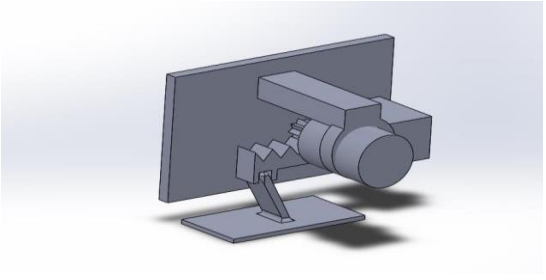


*Figure 9: Cremallière 1*

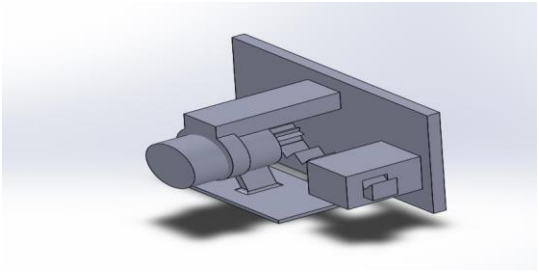


*Figure 8: Cremallière 2*

Voici une modélisation 3D du mécanisme permettant le fonctionnement de l'interrupteur. Ce n'est pas notre maquette mais une vision du système permettant de facilité la compréhension. Dans ce mécanisme nous retrouvons l'interrupteur qui est animé par la crémaillère qui elle est animée par le moteur. La plaque représente un coté de la boite qui regroupera l'ensemble des composants, elle permet aussi le maintien du moteur et de la crémaillère.
Ce sketch nous permet de nous projeter sur ce qui est à réaliser et de vérifier la cohérence de nos idées.

Pour les deux prototypes qui ont suivi nous avons développé de manière plus précises nos idées afin de concevoir quelque chose de plus réaliste et progressivement, de plus en plus proche du résultat final.

Prototype 2 :

En effet, pour le prototype 2, nous avons mis l'accent sur la partie informatique et codage qui concerne Arduino car après tout, c'est la plus essentielle du fait que c'est ce qui permet de contrôler l'ensemble du mécanisme. Les autres parties ne seront pour autant pas négligées mais la priorité est donnée à l'aspect informatique.
Nous avons ainsi utilisé l'imprimerie 3D et le matériel acheté.
Communication IR : Afin que la commande soit envoyée au moteur pour actionner l'interrupteur une communication IR est établie entre la télécommande et le boitier mural. En fait, une fois le bouton pressé les IR LED vont raisonner à une fréquence de 38Khz pour un bout de temps. Durant ce temps le IR Receiver qui est placé sur le boitier murale va recevoir les ondes IR provenant des LED's et va activer le moteur qui a son tour va changer la position de l'interrupteur.

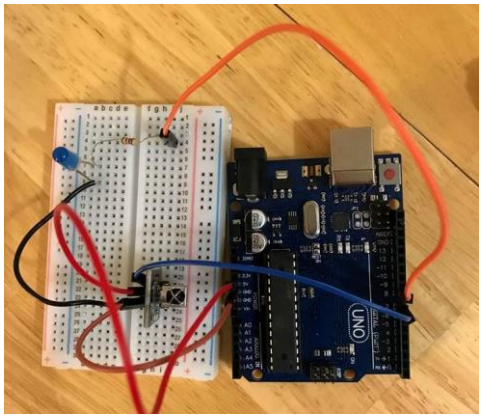


*Figure 11: IR Receiver*

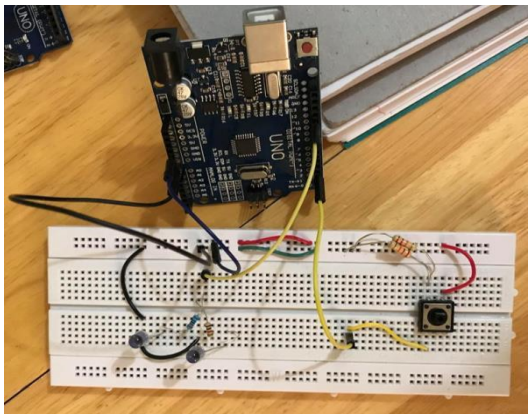


*Figure 10: IR Sender*

Prototype 3 :

Le troisième prototype, quant à lui est encore plus concret et plus performant et amélioré que son précédent. Il a corrigé au mieux possible les imperfections et difficultés rencontrées lors de la réalisation de celui d'avant afin de donner un résultat meilleur.
Nous avons également réalisé le un boîtier fait en métal pour une meilleure résistance. C'est en effet ce boîtier qui va venir se positionner sur l'interrupteur et c'est à l'intérieur que l'actionneur va se trouver.

*Figure 12: Boitier mural*

Nous avons aussi rapidement réalisé que le moteur à crémaillère n'était pas la meilleure solution car c'est coûteux est difficile d'utilisation, donc après maintes réflexions, et concertations nous en sommes arrivés à la décision de mettre en place un Système d'actionneur du bouton de l'interrupteur : Nous avons un moteur Push and Pull de type solénoïde qui réalise l'action commandé par la carte Arduino. Un support plastique permet de maintenir la bonne position de

celui-ci vis-à-vis de l'interrupteur. Cet ensemble a été inséré dans le boitier mural. En absence de courant le moteur ne présente aucune résistance et permet donc de l'actionner manuellement.

Ce dernier prototype est fonctionnel représentant le cas réel. Ce prototype a été l'achèvement du projet et a reflété ainsi l'ensemble de notre travail. Nous avons utilisé un interrupteur similaire à celui de la chambre de la patiente sur lequel nous avons monté le mécanisme qui permet de l'actionner. Celui-ci se trouve dans un boitier « esthétique » ou seulement la diode réceptrice sera visible.
D'autre part nous avons réalisé une télécommande sous la forme d'un boitier imprimé en 3D présentant un bouton ergonomique vis-à-vis de la mobilité réduite de la patiente. Celui-ci est relié au boîtier de l'interrupteur par une liaison IR.

## Description claire et détaillée de la solution

Afin de présentée notre solution d'une façon claire nous allons la divisée en deux sub-parties :

a) La télécommande
b) Le boitier mural

Une communication IR va être établie entre ces deux compartiments pour assurer une communication rapide et efficace.

a) <u>La télécommande :</u>

Dans cette partie tous se déclenche par l'activation d'un bouton (push button). Le push button utilisé est comme celui représenté ci-dessous :

*Figure 13: Push Button*

Une fois le bouton activer les IR LED's vont raisonner à une certaine fréquence. En effet, la communication par moyen d'infrarouge est une façon peu chère et facile à utiliser dans la communication Wireless. De même, la lumière infrarouge est très similaire à la lumière visible, à la différence qu'elle a une longueur d'onde légèrement plus longue. Cela signifie que l'IR est indétectable à l'œil humain.

Les sources IR sont tout autour de nous. Le soleil, les ampoules ou tout objet chauffant sont dans le spectre infrarouge. Lorsqu'on utilise notre télécommande de téléviseur, un rayon infrarouge est utilisé pour transmettre des informations à notre téléviseur. Alors, comment le récepteur infrarouge de notre téléviseur capte-t-il les signaux de notre télécommande parmi tous les infrarouges ambiants ? La réponse est que le signal IR est modulé. Moduler un signal revient à attribuer un motif à nos données, de sorte que le récepteur sache la capter. Dans notre cas notre IR receiver est module d'une façon qu'il capte seulement les rayons infrarouges qui resonnent a 38Khz.

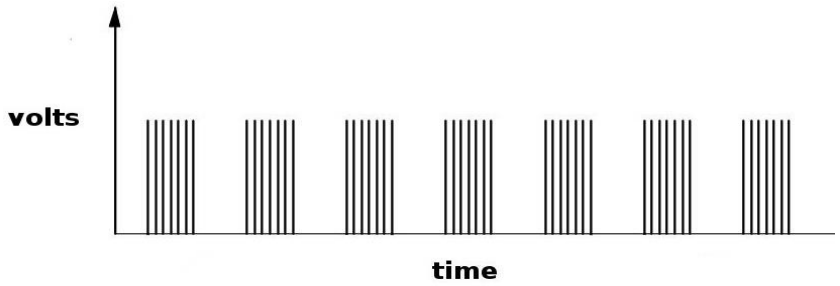



*Figure 14: Pulse de 38Khz*

Les IR leds et receiver qu'on a utilisee sont les suivants :

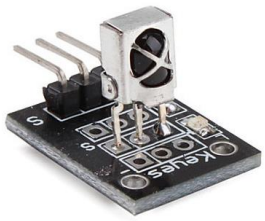


*Figure 16: IR receiver (KY-022)*

*Figure 15: IR LED's*

Note : Les IR LED's se trouve sur la télécommande alors que le receiver se trouve sur le boitier mural.

b) Le boitier mural :

Le boitier mural est muni d'un moteur (solénoïde), d'un Relay en addition du receiver et de la carte Arduino. Le Relay a pour fonction d'alimenter le solénoïde avec une tension de 12V provenant d'une source extérieure. Et ceci ne peut se faire que de cette façon car les pins de l'Arduino ne génèrent que 5V et ceci n'est pas suffisent pour actionner l'interrupteur. Le mécanisme se fait de cette façon, une fois que le IR receiver a reçu l'information des IR LED's ce dernier va activer le boitier mural. Le Relay va recevoir un signal provenant de l'Arduino afin de relier le circuit de la source extérieure de 12V au solénoïde. Le solénoïde qui a mécanisme de push pull, une fois alimenter par les 12V va s'actionner et pousser l'interrupteur qui va ensuite allumer la lumière.

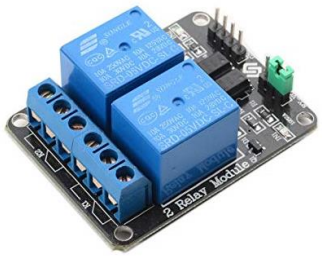



*Figure 18: Relay*

*Figure 17: Solénoide*

## Résultats des essais finaux :

Une fois le prototype final en marche, il était temps de tester notre produit. Puisqu'on n'avait pas accès à l'interrupteur du client pour faire cela, on a dû utiliser un interrupteur externe comme celui présente dans l'image à gauche. On a attaché à cet interrupteur une LED rouge afin de savoir si notre mécanisme marche (imitation du model de réalité)

*Figure 19: Light Switch*

Résultats :

Une fois le projet en marche, on a remarqué que l'information que le IR receiver recevait était parfois bruitée. Alors pour enlever ce bruit on va acheter au software un pull up resistor. Après cette étape tous marche parfaitement.

A noter qu'un délai de 10 seconds se présenter entre le moment ou on l'on presser le push button et le moment ou le solénoïde s'actionner afin d'allumer la lumière.

## Modèle d’affaires

Dans notre projet, le modèle d’affaires qui semble le plus adéquat et qui est le plus approprié et le modèle d’affaire « manufacturer ».  En effet, notre projet se base sur le besoin spécifique du client. On va construire notre projet à partir de matières premières ; on fera nous-même la programmation sur Arduino, les circuits électriques et le montage mécanique ainsi que l’assemblage. Aussi, ce model repose sur une meilleure compréhension des préférences du client ce qui est le cas dans notre projet où on doit toujours être en contact avec le client et le mettre à jour de nos progrès. De même cette méthode nous sera la moins couteuse étant donné que le seul coût dans ce projet est le coût des pièces a assemblé.

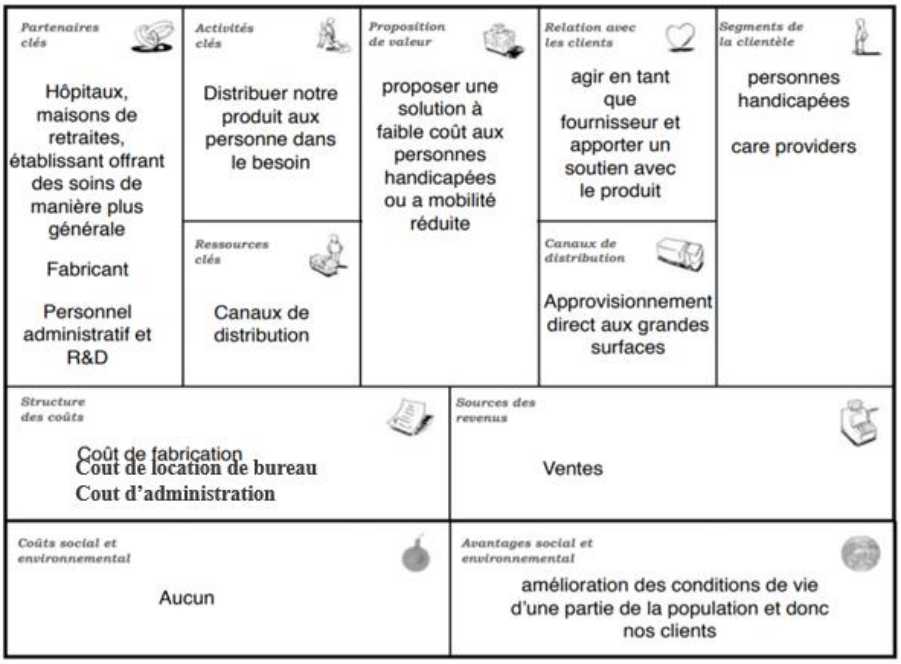



*Figure 20: Modèle d'affaires*

## Analyse économique :

| | Matériel | Prix | Coût |
|---|---|---|---|
| Coût direct | Matériel pour notre installation:<br>- Cartes Arduino<br>- Acier inoxydable (pour la crémaillère)<br>- Bouton<br>- Fils<br>- 3D printer<br>- Printer filament | <br><br>- 25$<br>- 5.30$/kg<br><br>- 2$<br><br>- 0.1$/fils<br>- 400$<br>- 10$/kg<br><br>Prix d'un produit: environ 30$ | <br><br>- 25*150 000 = 3 750 000$<br>- 5.30*60 000 = 318 000$<br><br>- 2*150 000 = 300 000$<br>- 75 000$<br>- 400*200 = 80 000$<br>- 30 000$ |
| | Main d'oeuvre | 30 000$/an | 30 000*30 = 900 000$/an |
| Coût indirect | Maintenance de l'équipment | 0 $/an | Fabrication en Chine |
| | Marketing | 2 000$/an | 2 000$ |
| Coût fixé | Location d'une usine de fabrication et d'un entrepôt | 50 000$/an | 50 000$ |
| | Dépenses de service publique (élécricité…) | 20 000$/an | 20 000$ |
| Coût variable | Matières premières | Peut être considéré comme direct ou variable | |
| | Emballage | 1.50$/article | 1.50*150 000 = 225 000$ |
| | Salaires des employés | Peut être considéré comme direct ou variable | |

*Figure 21: Analyse économique 1*

Année 1:

| **Chiffre d'affaires** | |
|---|---|
| Prix de la marchandise | 100$ |
| Quantité de marchandise vendue | 150 000 |
| **Chiffre d'affaires total** | 15 000 000$ |
| Coût de la marchandise | 30$ |
| **Coût total de la marchandise vendue** | 4 500 000$ |
| Bénéfice brut sur les ventes | 10 500 000$ |
| **Frais d'exploitation** | |
| Dépenses en marketing | 2000$ |
| Loyer et utilitaires | 50 000$ |
| Frais généraux et administratifs | 2000$ |
| Dépenses d'exploitation totales | 54 000$ |
| **Revenu** | 10 446 000$ |

Année 2:

| **Chiffre d'affaires** | |
|---|---|
| Prix de la marchandise | 100$ |
| Quantité de marchandise vendue | 151 500 (augmentation de 1% par an) |
| **Chiffre d'affaires total** | 15 150 000$ |
| Coût de la marchandise | 30$ |
| **Coût total de la marchandise vendue** | 4 545 000$ |
| Bénéfice brut sur les ventes | 10 605 000$ |
| **Frais d'exploitation** | |
| Dépenses en marketing | 2000$ |
| Loyer et utilitaires | 50 000$ |
| Frais généraux et administratifs | 2000$ |
| Dépenses d'exploitation totales | 54 000$ |
| **Revenu** | 10 551 680$ |

Année 3

| **Chiffre d'affaires** | |
|---|---|
| Prix de la marchandise | 100$ |
| Quantité de marchandise vendue | 153 015 (augmentation de 1% par an) |
| **Chiffre d'affaires total** | 15 301 500$ |
| Coût de la marchandise | 30$ |
| **Coût total de la marchandise vendue** | 4 590 450$ |
| Bénéfice brut sur les ventes | 10 711 050$ |
| **Frais d'exploitation** | |
| Dépenses en marketing | 2000$ |
| Loyer et utilitaires | 50 000$ |
| Frais généraux et administratifs | 2000$ |
| Dépenses d'exploitation totales | 54 000$ |
| **Revenu** | 10 657 680$ |

# Manuel de l'utilisateur

Le but de ce manuel est de présenter clairement toutes les caractéristiques de notre produit ainsi que les softwares codes qui ont été développer sur l'interface d'Arduino et le matériel utilise. De même des instructions pour l'installation, les consignes de sécurité et les précautions à prendre seront incluses.

Un tableau du matériel utilise est donne ci-dessous :

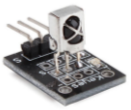
| | Matériel | Nom du produit | Quantité | Datasheet | Image |
|---|---|---|---|---|---|
| **Télécommande** | IR LED's | 5mm Infrared LED | X2 | https://cdn-shop.adafruit.com/datasheets/IR333_A_datasheet.pdf | |
| | Push Button | Tactile Switch | X1 | https://www.hdk.co.jp/pdf/eng/e291702.pdf | |
| | Arduino Uno | Arduino uno R3 | X1 | https://store.arduino.cc/usa/arduino-uno-rev3 | |
| **Boitier murale** | IR receiver | KY-022 | X1 | https://arduinomodules.info/ky-022-infrared-receiver-module/ |  |
| | Relay | 5V 10A Relay Module | X1 | http://www.fecegypt.com/uploads/dataSheet/1480848003_2_channel_5v_10a_relay_module.pdf | |
| | Arduino Uno | Arduino uno R3 | X1 | https://store.arduino.cc/usa/arduino-uno-rev3 | |
| | Solénoïde | Push Pull 10mm solénoïde | X1 | https://www.walmart.ca/en/ip/Open-Frame-Push-Pull-10mm-250g-Electric-Electromagnet-Solenoid-DC-12V/PRD2HGVCCZ24PAR | |

*Figure 22: Table of Materials*

Les codes développés sont les suivant :

a) Télécommande :

```
int IRLED = 13; // choose the pin for the LED
int PB = 4;   // choose the input pin (for a pushbutton)
int val = 0;     // variable for reading the pin status

void setup() {
 Serial.begin(9600);
  pinMode(IRLED, OUTPUT);  // declare LED as output
  pinMode(PB, INPUT_PULLUP);    // declare pushbutton as input

}

void loop() {
 val = digitalRead(PB);  // read input value
 Serial.println(val);
  if (val == LOW) {
    Serial.println("Values following");
    Serial.println(val)  ;
    for ( int i=0; i<300; i++) {
    digitalWrite(IRLED, HIGH);  // turn LED OFF
    delayMicroseconds(11);
    digitalWrite(IRLED, LOW);  // turn LED ON
    delayMicroseconds(11);

 }
 digitalWrite(IRLED, LOW);
   }
   delay(200);
 }
```

b) Boitier Mural

```
int IRRec = 7;
int LED = 8;
int MOTOR = 12;
int val2;
void setup() {
  Serial.begin(9600);
  pinMode(IRRec, INPUT);
  pinMode(LED, OUTPUT);
  pinMode(MOTOR, OUTPUT);

}

void loop() {
  Serial.print("First value: ");
  Serial.println(val2);
  val2 = digitalRead(IRRec);
  if (val2 == LOW) {
    digitalWrite(MOTOR, LOW);
    delay(5000);
    digitalWrite(MOTOR, HIGH);
    for (int i = 0; i < 10; i++) {
      digitalWrite(LED, HIGH);
      delay(100);
      digitalWrite(LED, LOW);
      delay(100);
    }
  }
  digitalWrite(LED, LOW);
  Serial.print("Final value: ");
  Serial.println(val2);

}
```

Précaution sécurité : Pour l’installation du système uniquement les personnes abillité sont autorisé à le faire. En ce cas de dysfonctionnement ne pas essayer de modifier ses composants
Par sécurité il est interdit de modifier le circuit électrique du système. Pour tout problème avec le système débranché le et déconnecter le du mur puis contacter l’équipe technique.
Ne pas relier le système à une prise de courant sous peine de créer un court-circuit.
Si le système interfère avec d’autre objets dans la pièce le déconnecter immédiatement et éloigné le de la pièce.
Eloigné le système des enfants à bas âge et des personnes à déficit mentale

# Conclusion

Le produit final répond directement aux exigences que nous nous étions fixés au début de ce projet. La méthode itérative utilisées pour arriver à finaliser ce projet fut efficace. Les différents prototypes ont rythmé l'avancement avec des deadline exigeantes et intenses. Le produit final représente ce que nous pouvons proposer directement au patient afin d'en connaitre ces retours. Bien sûr avec du recul certain point sont à améliorer comme l'aspect esthétique du boitier ou l'accès à l'interrupteur en enlevant le cache.
Ce projet nous a fait grandir et réfléchir sur la notion de conduite du changement. En effet, nous étions confrontés avec des professionnels et directement avec les patients ce qui nous obligea à faire preuve d'un certain professionnalisme. Notre comportement pour gérer de façon efficace le projet a été amélioré au fur et à mesure de celui-ci jusqu'à obtenir une méthodologie de travail efficace et productive.