

Livrable H : Prototype III et rétroaction du clients

Rapport présenté à  
Monsieur Emmanuel Bouendeu

dans le cadre du cours GNG 1503-D03  
Génie de la conception

Par  
Jaâfar Ziha  
Mathis Turgeon-Roy  
Ibrahima Oudraogo  
Adélaïde Larouche  
Abdo Mahamed

Université d'Ottawa  
Le jeudi 26 novembre 2020

## TABLE DES MATIÈRES

---

Introduction .....	2
Objectifs .....	2
Prototypage - Plan d'essai .....	3
Critère d'arrêt.....	10
Rétroaction.....	11
Fiabilité - Outil analytique.....	11
Procédure.....	12
Tableaux de résultats.....	30
Analyse des composantes.....	43
Liste des composantes.....	44
Conclusion .....	45
Références .....	45
Annexe.....	45

## INTRODUCTION

---

Le but de ce livrable est de décrire et analyser les progrès accomplis par l'équipe dans la démarche de prototypage et de rendre compte fidèlement de ce qu'aurait été le prototype final si l'équipe avait eu la possibilité de le concevoir entièrement. Le groupe se basera sur leurs livrables antérieurs, leurs connaissances et leur dernière rencontre avec le client pour accomplir ce livrable.

## OBJECTIFS

---

Premièrement, la rétroaction que l'équipe a reçue était très satisfaisante. Effectivement, l'idée générale a été bien reçue par la cliente mais il fallait s'assurer de bien exécuter les choses pour garantir que notre système soit fonctionnel.

Deuxièmement, en ce qui concerne la fiabilité du prototype, ce que nous visons est un circuit fonctionnel, un affichage tel que convenu et un code optimisé pour éviter tout problème. En ce qui concerne les critères qui seront pris en compte, il faudra changer l'importance relative des spécifications cibles puisque les différentes composantes sont entre les mains de différents membres de l'équipe mais tout est fonctionnel, il n'est question que de réunir le tout. L'objectif principal est d'atteindre des résultats satisfaisants dans les tests.

Finalement, le prototype 3 aura un minimum de risques d'erreur puisqu'il sera le premier de nos concepts à être prêt à l'usage.

<b>Test n° 1</b>	
<b><i>Objectif du test</i></b>	<p>Ce test est effectué dans le but d'analyser le sous-système critique de la détection par les photorésistances. Nous allons donc pouvoir vérifier la faisabilité de notre concept et ainsi réduire les risques de rencontrer des problèmes majeurs lors de l'assemblage final. Les résultats de ce test sont critiques puisqu'ils nous indiqueront si oui ou non le sous-système fonctionne. Un échec de ce test nous amènerait à reconsidérer le projet dans son intégralité. Les photorésistances devront envoyer un signal chaque fois qu'un objet traverse leur champ pour réussir le test et ce, dix fois consécutives pour s'assurer de la fiabilité.</p>
<b><i>Description du prototype utilisé et de la méthode de test de base</i></b>	<p>Puisque l'objectif est d'analyser un sous-système seulement, le prototype sera physique et ciblé. Celui-ci sera constitué de deux photorésistances, de deux lasers, d'un Arduino et d'une DEL. Le tout coûtant dans les environs de 30\$, mais pourra être réutilisé dans le prototype final. Fabriquer et tester le prototype ne devrait pas prendre plus de deux heures. La fabrication et l'essai sont décrits dans la section <i>Procédures</i>.</p>
<b><i>Description des résultats à documenter et comment ces résultats seront utilisés</i></b>	<p>Le programme du prototypage sera de telle sorte que si la photorésistance détecte quelque chose qui coupe le laser, une DEL s'allumera pendant quelques secondes. Donc les résultats seront simplement documentés dans un tableau pour chacune des photorésistances avec la réaction de la DEL lors du passage de la main au travers du champ du laser.</p>
<b><i>Durée estimée du test et date prévue du début du test</i></b>	<p>Effectuer ce test ne devrait pas prendre plus de deux heures, mais ne peut s'effectuer avant d'avoir effectué les essais décrits dans le livrable G. Ces essais sont essentiels pour la réalisation du prototype final.</p>

<b>Test n° 2</b>	
<b><i>Objectif du test</i></b>	L'objectif de ce test est d'apprendre et recueillir des données qui nous permettront de définir la composition du code pour le prototype final. Ces tests seraient préférablement effectués sur une plus grande fourchette d'individus, mais la situation de pandémie nous empêche de solliciter des personnes, alors le prototype sera testé uniquement à l'aide de deux membres de l'équipe. Le test prendra fin lorsque les photorésistances peuvent détecter les deux individus correctement pour 10 tentatives consécutives.
<b><i>Description du prototype utilisé et de la méthode de test de base</i></b>	Puisque l'objectif est d'analyser un sous-système seulement, le prototype sera physique et ciblé. Celui-ci sera constitué des deux photorésistances et laser, d'un Arduino et de deux DELs (une rouge et une verte). Le tout coûtant dans les environs de 30\$, mais pourra être réutilisé dans le prototype final. Fabriquer et tester le prototype ne devrait pas prendre plus de deux heures. La fabrication et l'essai sont décrits dans la section <i>Procédures</i> .
<b><i>Description des résultats à documenter et comment ces résultats seront utilisés</i></b>	Le programme du prototype sera de telle sorte si le capteur analysé détecte deux fois quelque chose alors que l'individu n'a traversé qu'une seule fois, la DEL rouge s'allumera, tandis que si le capteur détecte en effet une seule chose, la DEL verte s'allumera. La couleur de la DEL qui s'allume pour chaque itération et chacun des ensembles photorésistances/lasers sera compilée dans un tableau.
<b><i>Durée estimée du test et date prévue du début du test</i></b>	Effectuer ce test ne devrait pas prendre plus de deux heures, mais ne peut s'effectuer avant d'avoir reçu les capteurs. Ces essais sont essentiels pour le prototype final

<b>Test n° 3</b>	
<b><i>Objectif du test</i></b>	L'objectif de ce test est de vérifier le fonctionnement global du sous-système de détection et de s'assurer que le code transmis au Arduino concorde avec les objectifs ciblés. Nous allons pouvoir travailler pour concevoir le programme d'exécution le plus fiable possible. Les tests seront effectués à différentes vitesses. Les tests et prototypage (modifications) continueront jusqu'à ce que le sous-système interprète correctement tous les scénarios 5 fois consécutives au trois vitesses différentes.
<b><i>Description du prototype utilisé et de la méthode de test de base</i></b>	Puisque l'objectif est d'analyser un sous-système seulement, le prototype sera physique et ciblé. Celui-ci sera constitué des deux photorésistances et lasers, d'un Arduino et de deux DELs (une rouge et une verte). Le tout coûtant dans les environs de 30\$, mais pourra être réutilisé dans le prototype final. Fabriquer et tester le prototype ne devrait pas prendre plus de quatre heures. La fabrication et l'essai sont décrits dans la section <i>Procédures</i> .
<b><i>Description des résultats à documenter et comment ces résultats seront utilisés</i></b>	Le programme du prototype sera sensiblement le même que celui du prototype final, mais les sorties seront uniquement attribuées aux deux DELs. Dans tous les cas, une valeur sera attendue des deux DELs (précisées dans la section <i>Procédures</i> ) la donnée recueillie dans le tableau sera donc une simple indication de « oui » ou « non » la valeur obtenue correspond à la valeur attendue pour chaque situation.
<b><i>Durée estimée du test et date prévue du début du test</i></b>	Effectuer ce test ne devrait pas prendre plus de quatre heures, mais ne peut s'effectuer avant d'avoir effectué les essais décrits dans le livrable G. Ces essais sont essentiels pour le prototype final

<b>Test n° 4</b>	
<b><i>Objectif du test</i></b>	L'objectif de ce test est d'analyser et ajuster notre sous-système de notification sonore. Ce test est très important puisque la notification des personnes mal voyantes est un critère exigé par la loi, mais la cliente nous a fait part de ses inquiétudes sur le dérangement que ceci pourrait occasionner. Les résultats de ce test nous permettront de mieux choisir la résistance dans le branchement de notre notificateur sonore afin d'obtenir un volume adéquat. Les tests se poursuivront jusqu'à ce que la personne passant à côté du notificateur sonore entende celui-ci, mais que la personne dans la salle adjacente n'entende rien.
<b><i>Description du prototype utilisé et de la méthode de test de base</i></b>	Puisque ce test a trait seulement au sous-système de notification sonore, le prototype pour ce test est préférablement ciblé, mais peut aussi s'effectuer avec le prototype final qui est compréhensif. Dans tous les cas, le prototype se doit d'être physique. La fabrication minimale du prototype ciblé a comme composantes: Un arduino Uno, un notificateur sonore, une platine d'essai, environ 5 fils, et des résistances variées. Les procédures de fabrication et d'essai sont décrites dans la section <i>Procédures</i> .
<b><i>Description des résultats à documenter et comment ces résultats seront utilisés</i></b>	Le programme pour ce test est extrêmement simple, ayant pour seule fonction d'enclencher le notificateur sonore. Les données qui seront recueillies dans le tableau concernent : 1.L'audibilité par la personne à proximité. 2.L'audibilité par la personne dans la salle adjacente 3. La résistance affectée au notificateur sonore. Ces données sont importantes puisque la notification de personnes mal-voyante est exigée par la loi et notre cliente s'inquiète du dérangement potentiel occasionné.
<b><i>Durée estimée du test et date prévue du début du test</i></b>	Ce test ne devrait pas prendre plus de 30 minutes à effectuer, ne peut s'effectuer sans la possession des composantes et est nécessaire pour la fabrication du prototype final.

<b>Test n° 5</b>	
<b><i>Objectif du test</i></b>	<p>L'objectif de ce test est d'analyser et peaufiner notre système d'affichage et de s'assurer de sa bonne visibilité. Il s'agit d'une composante clé puisqu'il s'agit de la principale interaction de l'utilisateur avec le système. Nous allons noter la distance maximale à laquelle nous pouvons distinguer l'affichage dans un éclairage semblable à celui de l'édifice CBY. Les prises de notes continueront jusqu'à ce que le membre de l'équipe agissant comme cobaye puisse distinguer l'état de l'affichage à une distance de 20m. Il s'agit d'une grande marge choisie dans le but de s'assurer que n'importe qui soit capable de distinguer à 10m de distance.</p>
<b><i>Description du prototype utilisé et de la méthode de test de base</i></b>	<p>Puisque ce test a trait seulement au sous-système d'affichage, le prototype pour ce test est préférablement ciblé, mais peut aussi s'effectuer avec le prototype final qui est compréhensif. Dans tous les cas, le prototype se doit d'être physique. Pour la fabrication minimale du prototype, un accès à une imprimante 3D et une découpe au laser sont requis. Le prototype sera constitué d'un Arduino Uno, d'une feuille d'acrylique transparente, d'une feuille d'acrylique opaque, de fils et d'un minimum de 10 DELs rouges et vertes. Le tout coûtant environ 50\$ et pouvant servir au prototype final. Les procédures de fabrication et d'essais sont décrites dans la section <i>Procédures</i>.</p>
<b><i>Description des résultats à documenter et comment ces résultats seront utilisés</i></b>	<p>Le programme pour ce test est extrêmement simple, ayant pour seule fonction d'allumer les DELs vertes ou rouges. Les données recueillies dans un tableau de données concernent :</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. La visibilité de l'affichage à 20 m par rapport à</li> <li>2. le nombre de DELs dans le dispositif.</li> </ol> <p>Ces données sont importantes puisque la visibilité de l'affichage est l'un des critères de fonctionnalité les plus importants.</p>



<b><i>Durée estimée du test et date prévue du début du test</i></b>	Effectuer ce test ne devrait pas prendre plus d'une heure, mais l'impression 3D et la découpe laser peuvent prendre du temps et sont accessibles seulement les mercredi. Ce test est nécessaire à la fabrication du prototype final
---	---

<b>Test n° 6</b>	
<b><i>Objectif du test</i></b>	Ce test a pour objectif de tester le fonctionnement global du prototype final. Ce test est important puisqu'il rassemble tous les sous-systèmes élaborés précédemment et témoignera du fonctionnement du prototype que nous allons présenter. La meilleure façon d'effectuer ce test serait probablement directement à colonel BY, mais la covid-19 restreint notre accès au terrain. Il est absolument crucial que le système réagisse de manière adéquate à chacune des situations/actions auxquelles il est soumis. À l'image du test 3, le prototype devra réagir de la bonne façon dans tous les scénarios, mais seulement à une vitesse, puisque cet aspect fut déjà vérifié lors du test 3.
<b><i>Description du prototype utilisé et de la méthode de test de base</i></b>	Ce test vérifie la fonction globale du système donc le prototype se doit d'être physique et compréhensif. Celui-ci est constitué du prototype de l'essai #3, #4 et #5, en plus de quelques fils supplémentaires. Le coût total de celui-ci devrait être légèrement inférieur à 100\$. Les procédures de fabrications et d'essais sont décrites dans la section <i>Procédures</i> .
<b><i>Description des résultats à documenter et comment ces résultats seront utilisés</i></b>	Le programme de ce prototype est bien entendu le programme final et il devra diriger les bonnes sorties (Affichage/Notificateur sonore) par rapport aux entrées (Photorésistances) Les sorties attendues par rapport aux entrées sont précisées dans la section <i>Procédures</i> . La donnée recueillie dans le tableau sera donc une simple indication de « oui » ou « non » la sortie obtenue correspond à la sortie attendue pour chaque situation.

<b><i>Durée estimée du test et date prévue du début du test</i></b>	Ce test ne devrait pas prendre plus d'une heure étant donné que les tests précédents ont vérifié toutes les composantes de manière individuelle et ceci ne consiste qu'en un assemblage de ceux-ci. Il dépend donc de la réalisation de tous les tests précédents (Livrables antérieurs et #1,2,3,4,5) et est essentiel pour la présentation et fonctionnement du produit final.
---	--

<b>Test n° 7</b>	
<b><i>Objectif du test</i></b>	L'objectif de cet essai est d'obtenir des rétroactions des utilisateurs sur notre prototype final afin d'effectuer des derniers ajustements, notamment par rapport à l'esthétique, l'affichage et la notification sonore. La meilleure façon d'effectuer ce test serait probablement directement à colonel BY avec des étudiants placés dans le contexte exact, mais la covid-19 restreint notre accès au terrain. De plus, nous aurions aimé avoir la rétroaction de notre client, mais celle-ci n'est pas disponible. Les données recueillies seront simplement l'opinion de chaque personne sondée par rapport au prototype final. Des rétroactions seront collectées jusqu'à l'obtention de 3.
<b><i>Description du prototype utilisé et de la méthode de test de base</i></b>	Ce test utilise le prototype de l'essai #6 (physique/compréhensif). Donc nul besoin de fabrication ou même modification par rapport à ce qui a déjà été fait. La procédure d'essai est la suivante. 1. Présenter la fonction du système et mettre la personne interrogée dans la situation. 2. Présenter les différentes situations possibles dans l'utilisation et laisser le système guider la personne (Pour la cliente, une simple vidéo sera présentée) 3. Demander à la personne de faire part de son sentiment général par rapport au dispositif et d'une remarque ou commentaire

<p><b><i>Description des résultats à documenter et comment ces résultats seront utilisés</i></b></p>	<p>Les données qui seront recueillies dans le tableau seront seulement:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. L'impression général de l'utilisateur/client</li> <li>2. Le/les commentaire(s) de l'utilisateur/client</li> </ol> <p>Ces données pourront servir à mieux élaborer notre présentation et à faire des petits ajustements finals notamment sur l'esthétique, l'affichage et la notification sonore.</p>
<p><b><i>Durée estimée du test et date prévue du début du test</i></b></p>	<p>Ce test ne devrait pas prendre plus de 30 minutes étant donné que les personnes sondé peuvent être n'importe qui et que le prototype est déjà fabriqué.</p> <p>Ce test ne peut s'effectuer avant que le test #6 soit complété. Il est essentiel dans ce livrable et peut servir à mieux effectuer notre présentation.</p>

## CRITÈRE D'ARRÊT

---

1. Le processus d'essais et modifications itératif se poursuivra jusqu'à ce que la DEL verte s'allume après le passage de la main 10 fois consécutives pour chaque capteur.
2. Le processus d'essais et modifications itératif se poursuivra jusqu'à ce que la DEL verte s'allume après le passage de l'individu 10 fois consécutives pour chaque individu et chaque photorésistance et son laser.
3. Le processus d'essais et modifications itératif se poursuivra jusqu'à ce que le résultat obtenu des DELs corresponde aux résultats attendu 5 fois consécutives et ce à très basse vitesse, à très haute vitesse et à vitesse moyenne.
4. Le processus d'essais et modifications itératif se poursuivra jusqu'à ce que le membre de l'équipe effectuant le test ne puisse plus distinguer l'état de l'affichage à une distance donnée.

5. Le processus d'essais et modifications itératif se poursuivra jusqu'à ce qu'une personne à côté du notificateur sonore entende celui-ci et qu'une personne dans la salle adjacente ne l'entende pas.
6. Le processus d'essais et modifications itératif se poursuivra jusqu'à ce que le système donne les bonnes sorties pour chaque situation et ce de manière consécutive.
7. Les essais s'arrêteront après que la rétroaction de 3 utilisateurs soit obtenue.

## RÉTROACTION

---

Pour le second prototype, la cliente n'a pas eu l'occasion de partager son opinion. Toutefois, l'assistante de laboratoire, ainsi que notre gestionnaire de projet ont approuvé nos choix et ont suggéré quelques modifications à apporter ainsi que des conseils pertinents pour le prototypage final. Ils se sont d'abord assurés que notre équipe était sur le bon chemin. Après leur avoir expliqué ce que nous avions prévu pour le troisième prototype, leur satisfaction nous a laissé savoir que tout se passait bien. Il fallait d'abord et avant tout s'assurer que le principal de notre système, soit le code, était fonctionnel pour le troisième prototype.

## FIABILITÉ - OUTIL ANALYTIQUE

---

Le troisième prototype que nous traitons dans ce livrable est le plus long, car il est le reflet de notre produit final que nous allons présenter le jour de la présentation. Bien sûr que nous allons ajouter quelques modifications selon les rétroactions que nous allons recevoir. Durant ce prototypage nous avons fait sept tests et chaque test visait à résoudre un objectif crucial de notre produit que ce soit au niveau de la détection par les photorésistances, les précisions des hauteurs ainsi que les positions des lasers et les photorésistances, vérification de la fonctionnalité du programme lors de l'implémentation dans l'interface de l'Arduino, test de notification sonore, système d'affichage et enfin le dernier est la mise en marche de l'assemblage de ces composantes.

On a eu quelques difficultés de programmation pour l'implémenter dans l'Arduino, mais on a réussi à faire les bonnes configurations. Toutes les composantes fonctionnent comme voulues et notre troisième prototype est complet.

## PROCÉDURE

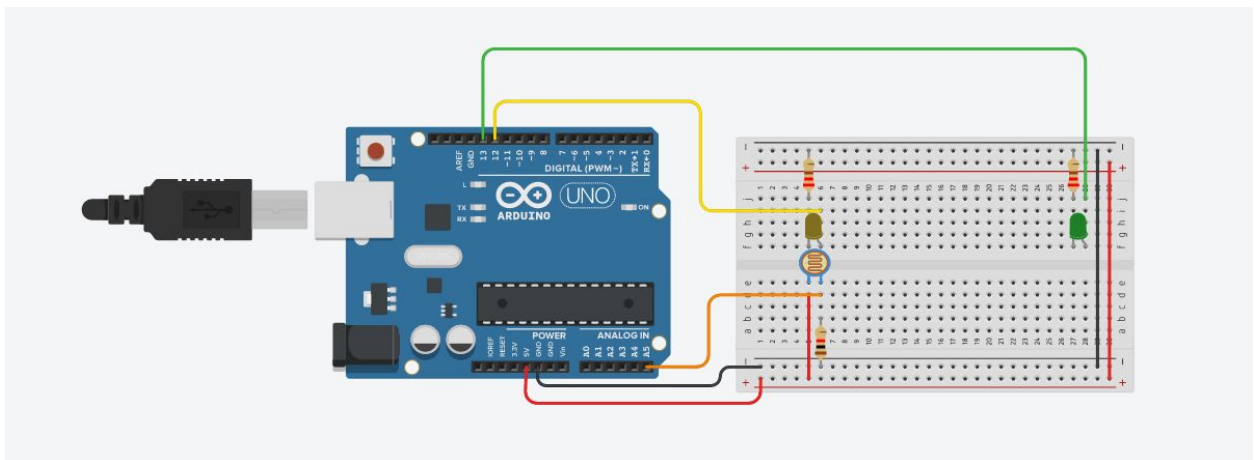
---

### Test #1

Pour ce test, vous aurez besoin de la liste de composantes suivante :

- Un Arduino Uno
- Une platine d'essais
- 5 fils
- Une DEL verte
- Deux photorésistances
- Deux lasers
- Une résistance de  $220\ \Omega$
- Une résistance de  $10\ k\Omega$
- Un ordinateur

1. Connecter toutes les composantes comme illustré dans le schéma (remplacer la DEL jaune par le laser) ci-dessous en positionnant le laser et la photorésistance de manière à pouvoir passer sa main entre ceux-ci.



2. Télécharger l'IDE Arduino et connecter l'Arduino Uno à l'ordinateur
3. Dans la fenêtre de code, entrer le code suivant :

```
int GreenLedPin = 13;

int Capteur=0;

int laser= 12;

void setup()
{
  pinMode(GreenLedPin, OUTPUT);
  pinMode(Capteur,INPUT);
  pinMode(laser, OUTPUT);
  Serial.begin(9600);
}

void loop()
{
  Serial.println(analogRead(A5));
  digitalWrite(12,HIGH);
  if(analogRead(A5)<=500)
  {
    digitalWrite(GreenLedPin,HIGH);
  }

  if(analogRead(A5)>500)
  {
    digitalWrite(GreenLedPin,LOW);
  }
}
```

}

}

4. Passer sa main à travers le champ du laser et observer la réaction de la DEL verte .
5. Répéter l'étape 4 en ajustant et vérifiant le code et le circuit au besoin jusqu'à ce que la DEL s'allume pour 10 tentatives consécutives.
6. Répéter les Étapes 1 à 5 avec le second ensemble laser/photorésistance

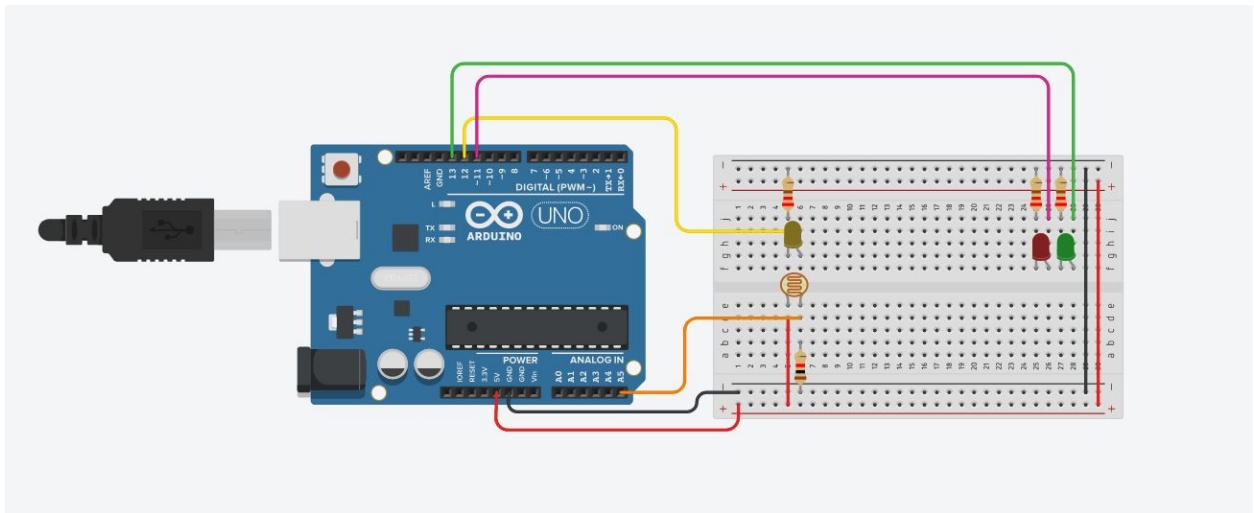
### Test #2

Pour ce test, vous aurez besoin de la liste de composantes suivante :

- Un Arduino Uno
- Une platine d'essais
- 6 fils
- Une DEL verte
- Une DEL rouge
- Deux photorésistances
- Deux lasers
- Deux résistance de 220  $\Omega$
- Une résistance de 10 k $\Omega$
- Un ordinateur

1. Connecter toutes les composantes comme illustré dans le schéma ci-dessous (remplacer la DEL jaune par un laser) en positionnant le laser et la photorésistance de manière à pouvoir marcher au

travers du champ du laser environ à la hauteur des hanches.



2. Connecter le Arduino Uno à l'ordinateur et ouvrir l'IDE Arduino.
3. Dans la fenêtre de code, entrer le code suivant :

```
int GreenLedPin= 13;
```

```
int RedLedPin= 11;
```

```
int laser=12;
```

```
int state=0;
```

```
void setup()
```

```
{
```

```
pinMode(laser, OUTPUT);
```

```
pinMode(GreenLedPin,OUTPUT);
```

```
pinMode(RedLedPin,OUTPUT);
```

```
pinMode(A5,INPUT);
```

```
Serial.begin(9600);
```

```
}
```



```

void loop()
{
Serial.println(analogRead(A5));
digitalWrite(laser,HIGH);

if(state==0&&analogRead(A5)<850)
{
    digitalWrite(GreenLedPin,HIGH);
    state=1;
}
if(state==1&&analogRead(A5)>850)
    state=2;

if(state==2&&analogRead(A5)<850)
    digitalWrite(RedLedPin,HIGH);
}

```

4. Marcher au travers du champ du laser et observer la réaction des DELS.
5. Répéter l'étape 4 en ajustant et vérifiant le code, le circuit et la hauteur du laser au besoin jusqu'à ce que la DEL verte s'allume sans la rouge pour 10 tentatives consécutives. Arrêter et relancer le code avant chaque itération.
6. Répéter les étapes 4 et 5 avec une personne différente marchant dans le champ du laser.

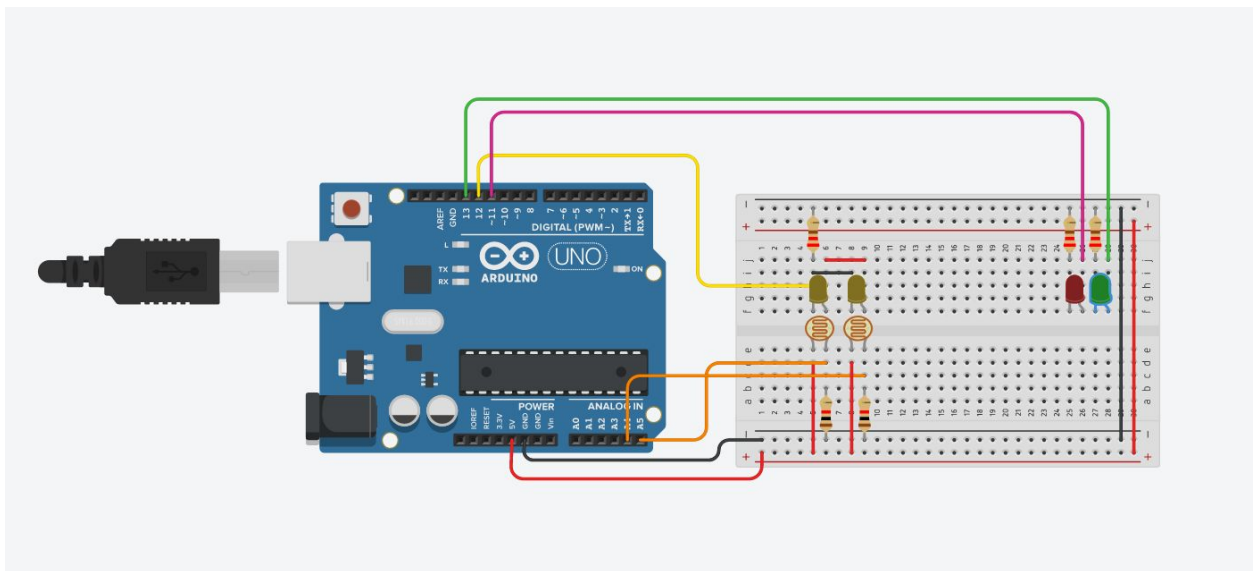
7. Répéter les étapes 1 à 6 avec le deuxième ensemble laser/photorésistance.

### Test #3

Pour ce test, vous aurez besoin de la liste de composants suivante :

- Un Arduino Uno
- Une platine d'essais
- 9 fils
- Une DEL verte
- Une DEL rouge
- Deux photorésistances
- Deux lasers
- Deux résistances de  $220\ \Omega$
- Deux résistances de  $10\ k\Omega$
- Un ordinateur

1. Connecter toutes les composants comme illustré dans le schéma ci-dessous (remplacer les DELs jaunes par les laser) en positionnant les laser et photorésistances de manière à pouvoir marcher au travers environ à la hauteur des hanches et distancés d'environ 0.5 m l'un par rapport à l'autre.



2. Connecter le Arduino Uno à l'ordinateur et ouvrir l'IDE Arduino.

3. Dans la fenêtre de code, entrer le code suivant :

```
#define LASER_PIN 5

int photo1 = 0;

int photo2 = 0;

int broche_capteur1 = A5;

int broche_capteur2 = A4;

int led_verte = 13;

int led_rouge = 8;

int milieu = 0;

int exterieur = 1;

int interieur = 0;

void setup() {

  pinMode(LASER_PIN, OUTPUT);

  pinMode(broche_capteur1, INPUT);

  pinMode(broche_capteur2, INPUT);

  pinMode(led_verte, OUTPUT);

  pinMode(led_rouge, OUTPUT);

  Serial.begin(9600);

  digitalWrite(LASER_PIN, HIGH);

  digitalWrite(led_verte, HIGH);

  digitalWrite(led_rouge, LOW);

  delay(500);

}
```

```
void loop() {  
  
  photo1 = analogRead(broche_capteur1);  
  photo2 = analogRead(broche_capteur2);  
  
  if(photo1 < 850)  
  {  
    if(exterieur == 1)//passe par 1 et reste au milieu  
    {  
      exterieur = 0;  
      milieu = 1;  
      interieur = 0;  
  
      digitalWrite(led_rouge, HIGH);  
      digitalWrite(led_verte, HIGH);  
      delay(1000);  
    }  
    else if(milieu == 1)//est au milieu et passe par 1  
    {  
      exterieur = 1;  
      milieu = 0;  
      interieur = 0;  
  
      digitalWrite(led_rouge, LOW);  
      digitalWrite(led_verte, HIGH);  
    }  
  }  
}
```

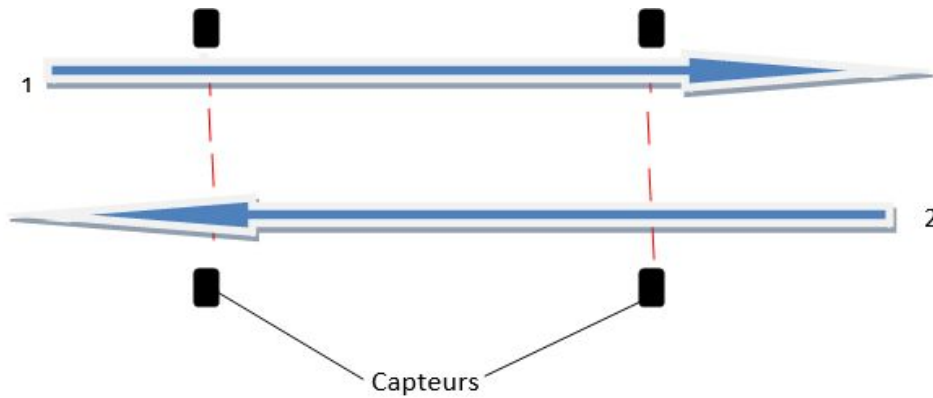
```
    delay(1000);
  }
}
else if(photo2 < 850)
{
  if(milieu == 1)//est au milieu et passe par 2
  {
    exterieur = 0;
    milieu = 0;
    interieur = 1;

    digitalWrite(led_rouge, HIGH);
    digitalWrite(led_verte, LOW);
    delay(1000);
  }
  else if(interieur == 1)//passe par 2 et reste au milieu
  {
    exterieur = 0;
    milieu = 1;
    interieur = 0;

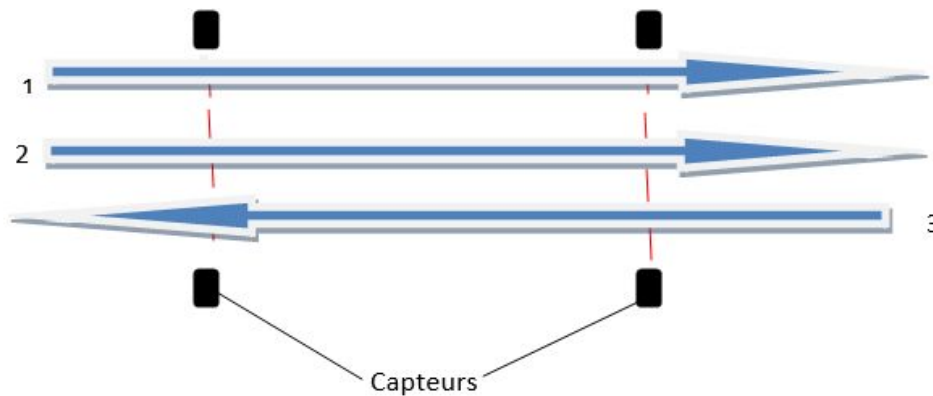
    digitalWrite(led_rouge, HIGH);
    digitalWrite(led_verte, HIGH);
    delay(1000);
```

}  
}  
}

4. Marcher au travers du champ du premier puis deuxième et retourner du deuxième au premier capteur et observer la réaction des DELs au passage de chaque capteur :



5. Marcher au travers du premier laser, puis du deuxième, contourner pour refaire le même chemin puis revenir sur ses pas. Observer la réaction des DELs au passage de chaque capteur :



Il est pertinent de vérifier les réactions des DELs lors du déplacement représenté par la flèche 1, mais celles-ci ont déjà été documentées lors de l'étape 4. Donc seul les réactions des DELs par rapport aux déplacements représentés par les flèches 2 et 3 seront comptabilisés.

6. Répéter les étapes 4 et 5 en ajustant et vérifiant le code, le circuit et le positionnement des laser au besoin jusqu'à ce que les résultats obtenus correspondent aux résultats attendus (Dans le tableau ci-dessous) tout au long de 10 tentatives consécutives.

#	Situation	Valeur Attendue
1	(DEL verte allumée/DEL rouge éteinte) Passage du premier capteur.	DEL verte allumée/DEL rouge allumée
2	(DEL verte allumée/DEL rouge allumée) Passage du deuxième capteur.	DEL verte éteinte/DEL rouge allumée
3	(DEL verte éteinte/DEL rouge allumée) Passage du deuxième capteur.	DEL verte allumée/DEL rouge allumée
4	(DEL verte allumée /DEL rouge allumée) Passage du premier capteur.	DEL verte allumée/DEL rouge éteinte
5	(DEL verte éteinte/DEL rouge allumée) Passage du premier capteur.	DEL verte éteinte/DEL rouge éteinte
6	(DEL verte éteinte/DEL rouge éteinte) Passage du deuxième capteur.	DEL verte éteinte/DEL rouge intermittente
7	(DEL verte éteinte/DEL rouge intermittente) Passage du deuxième capteur	DEL verte éteinte/DEL rouge éteinte
8	(DEL verte éteinte/DEL rouge éteinte) Passage du premier capteur	DEL verte éteinte/DEL rouge allumée

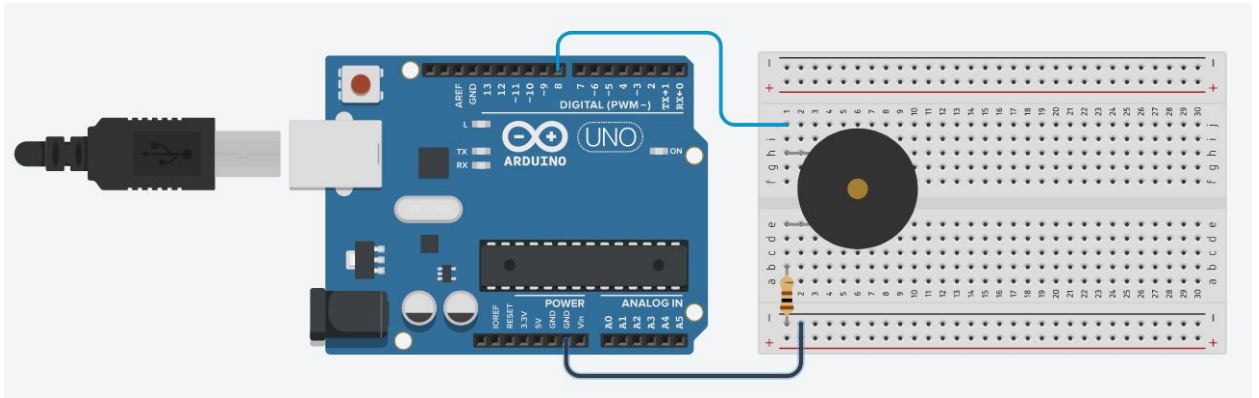
7. Répéter les étapes 4 à 6 à très haute et très basse vitesse.

#### Test #4

Pour ce test, vous aurez besoin de la liste de composants suivant:

- Un ordinateur
- Un Arduino Uno
- Un notificateur sonore
- Une platine d'essais
- Environ 5 fils
- Résistance de 8 ohms

1. Brancher les composantes comme illustrées dans le schéma ci-dessous:



2. Connecter l'Arduino Uno à l'ordinateur, ouvrir l'IDE Arduino et entrer le code suivant dans la fenêtre de commande:

```
void setup()
{
  pinMode(8, OUTPUT);
}

void loop()
{
  digitalWrite(8,HIGH);
}
```

3. Se déplacer entre la salle dans laquelle se trouve le dispositif et la salle adjacente, puis ajuster la valeur de la résistance totale associée au notificateur sonore afin que le son soit bien audible à côté de celui-ci, mais pratiquement inaudible dans la salle adjacente.

#### Test #5

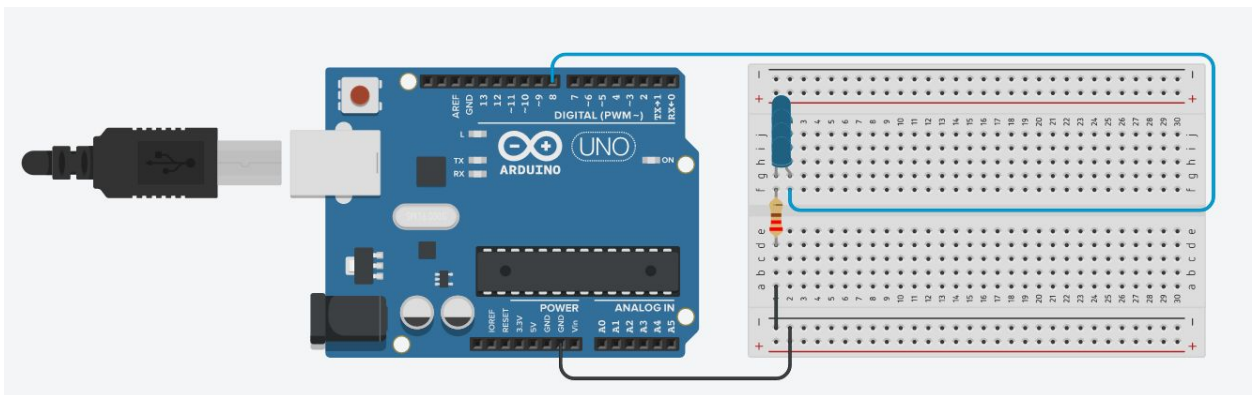
Pour ce test, vous aurez besoin de la liste de composantes suivant:

- Un Ordinateur
- Un Arduino Uno
- Une feuille d'acrylique transparent de dimension 8.5'x11'
- Une feuille d'acrylique opaque de dimension 8.5'x11'



- Une découpe laser
- Une imprimante 3D
- 10 DELs rouges
- 10 DELs vertes
- Deux résistances de 220 ohms
- Une platine d’essais

1. Utiliser la découpe laser pour découper les formes du fichier pdf accessible sous le lien suivant dans la feuille d’acrylique opaque (8.5’x11’).  
<https://drive.google.com/drive/u/3/folders/0ALjBakdR-zIvUk9PVA>.
2. Coller la feuille d’acrylique transparente sur la feuille de plastique opaque découpée.
3. Utiliser l’imprimante 3D pour imprimer le modèle sous le lien suivant.  
<https://cad.onshape.com/documents/9976aa5d9d34180368e8ff5d/w/497d4241d4598fd1724c1361/e/69a5ed3a225a8f4ce4ba4498>
4. Souder les branches positives des DELs ensemble et les broches négatives ensemble, séparément pour les rouges et les vertes
5. Coller les “paquets” de DELs en ligne dans le bas de la feuille de plastique opaque, les vertes sous la silhouette de bonhomme et les rouges sous la silhouette de main.
6. Brancher les composants comme illustré dans le schéma ci-dessous en remplaçant la série de DEL par ceux en dessous de la “main”.



7. Ouvrir l’IDE Arduino dans l’ordinateur, connecter le Arduino Uno à l’ordinateur et entrer le code suivant dans la fenêtre de commandes.

```
void setup()
{
pinMode(8, OUTPUT);
}
```

```
void loop()
{
digitalWrite(8,HIGH);
}
```

8. Placer la structure avec les DELs, la feuille d'acrylique et la feuille de métal à environ la hauteur d'un cadre de porte.
9. S'éloigner graduellement et mesurer jusqu'à quelle distance peut on distinguer l'état du système.
10. Répéter les étapes 6 à 9, mais en connectant les DEL du "bonhomme"
11. Modifier si nécessaire le nombre et la position des DELs, puis répéter l'étape 9 jusqu'à l'obtention d'une donnée de 20 m ou plus.
12. Une fois la condition satisfaite, coller de manière permanente les DELs et assembler la partie de la feuille d'acrylique avec le boîtier imprimé en s'assurant de passer les fils dans le trou prévu à cet effet et le système de notification sonore (Prototype de l'essai #4).

#### Test #6

Pour ce test, vous aurez besoin de la liste de composantes suivantes:

- Un ordinateur
  - Un Arduino Uno
  - Une imprimante 3D
  - Prototype de l'essai #3
  - Prototype de l'essai #5
  - Fils supplémentaires
  - Bandes collantes
1. Imprimer les boîtier sous les liens suivants

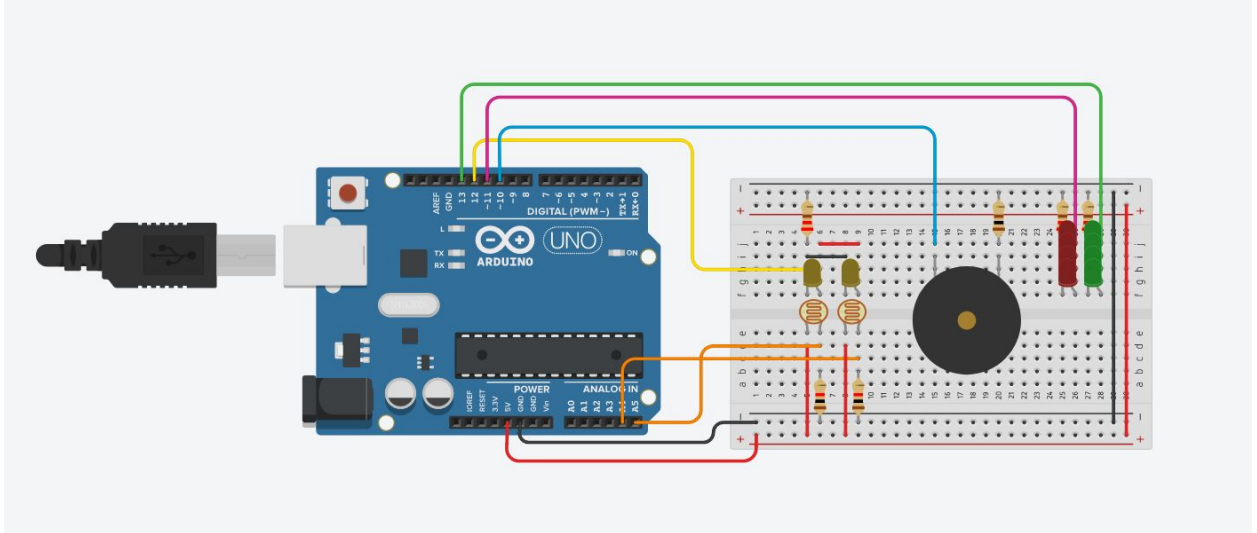
Boîtier lasers:

<https://cad.onshape.com/documents/cec64086d67018422d45b763/w/efd7948c8de87b9c748ed566/e/26e3659d4522af46b8439942>

Boîtier Arduino:

<https://cad.onshape.com/documents/4d3f7990400a06d46cf1548c/w/c37c91dbf65fb89d741ea376/e/e57c631f4828a4d117b9359f>

2. Percer des petits trous pour les photorésistances sur le boîtier Arduino avec le boîtier des lasers comme guide.
3. Brancher toutes les composantes comme illustré dans le schéma ci-dessous, en remplaçant les DELs jaune par les lasers et les lignes de DELs par les branches correspondantes du système d'affichage:



4. Placer les lasers dans le boîtier pour laser et les Arduino et la platine d'essais dans le boîtier pour Arduino.
5. À l'aide de bandes collantes, coller le prototype du test #5 au-dessus de la porte et les deux boîtiers alignés parfaitement l'un avec l'autre. Un peu comme illustré dans le modèle sous le lien suivant:  
<https://cad.onshape.com/documents/47a4afa3b0c3748c2355dd44/w/b0a9749b05e82e3114a28dd6/e/974b4d9225a1d72b245d5a46>
6. Ouvrir l'IDE Arduino dans l'ordinateur, connecter le Arduino Uno à l'ordinateur et entrer le code suivant dans la fenêtre de commandes.

```
#define LASER_PIN 5

int photo1 = 0;

int photo2 = 0;

int broche_capteur1 = A5;

int broche_capteur2 = A4;

int led_verte = 13;

int led_rouge = 8;

int milieu = 0;

int exterieur = 1;
```

```

int interieur = 0;

void setup() {
  pinMode(LASER_PIN, OUTPUT);
  pinMode(broche_capteur1, INPUT);
  pinMode(broche_capteur2, INPUT);
  pinMode(led_verte, OUTPUT);
  pinMode(led_rouge, OUTPUT);
  Serial.begin(9600);
  digitalWrite(LASER_PIN, HIGH);
  digitalWrite(led_verte, HIGH);
  digitalWrite(led_rouge, LOW);
  delay(500);
}

void loop() {
  photo1 = analogRead(broche_capteur1);
  photo2 = analogRead(broche_capteur2);

  if(photo1 < 850)
  {
    if(exterieur == 1)//passe par 1 et reste au milieu
    {
      exterieur = 0;
    }
  }
}

```

```

milieu = 1;
interieur = 0;

digitalWrite(led_rouge, HIGH);
digitalWrite(led_verte, HIGH);
delay(1000);
}
else if(milieu == 1)//est au milieu et passe par 1
{
    exterieur = 1;
    milieu = 0;
    interieur = 0;

digitalWrite(led_rouge, LOW);
digitalWrite(led_verte, HIGH);
delay(1000);
}
}
else if(photo2 < 850)
{
if(milieu == 1)//est au milieu et passe par 2
{
    exterieur = 0;
    milieu = 0;

```

```

interieur = 1;

digitalWrite(led_rouge, HIGH);

digitalWrite(led_verte, LOW);

delay(1000);

}

else if(interieur == 1)//passe par 2 et reste au milieu

{

exterieur = 0;

milieu = 1;

interieur = 0;

digitalWrite(led_rouge, HIGH);

digitalWrite(led_verte, HIGH);

delay(1000);

}

}

}

```

7. Entrer soi-même dans la salle, observer les réactions (visuels/sonores)
8. Faire entrer une deuxième personne dans la salle, observer les réactions (visuels/sonores)
9. Faire sortir la personne de la salle, observer les réactions (visuels/sonores)
10. Sortir soi-même de la salle, observer les réactions (visuels/sonores)
11. Répéter les étapes 6 à 9 jusqu'à ce que les réactions obtenues correspondent toutes aux réactions attendues (tableau ci-dessous)

#Étape	Réaction attendue
6	Bonhomme “éteint”/ Main “allumé”/ Notification sonore “silencieuse”
7	Bonhomme “éteint”/ Main “allumé”/ Notification sonore “audible”
8	Bonhomme “éteint”/ Main “allumé”/ Notification sonore “silencieuse”
9	Bonhomme “allumé”/ Main “éteint”/ Notification sonore “silencieuse”

## TABLEAUX DES RÉSULTATS

---

<b>Test #1</b>			
<b>Photorésistance/laser A</b>		<b>Photorésistance/laser B</b>	
#Essai	DEL verte s’est allumée?	#Essai	DEL verte s’est allumée?
1	Oui	1	Oui
2	Oui	2	Oui
3	Oui	3	Oui
4	Oui	4	Oui
5	Oui	5	Oui
6	Oui	6	Oui
7	Oui	7	Oui
8	Oui	8	Oui
9	Oui	9	Oui
10	Oui	10	Oui

Test #2

<b>Individu I</b>					
<b>Photorésistance 1</b>			<b>Photorésistance 2</b>		
#Essai	DEL verte s'est allumée?	DEL rouge s'est allumée?	#Essai	DEL verte s'est allumée?	DEL rouge s'est allumée?
1	oui	non	1	oui	non
2	oui	non	2	oui	non
3	oui	non	3	oui	non
4	oui	non	4	oui	non
5	oui	non	5	oui	non
6	oui	non	6	oui	non
7	oui	non	7	oui	non
8	oui	non	8	oui	non
9	oui	non	9	oui	non
10	oui	non	10	oui	non

<b>Individu II</b>					
<b>Photorésistance/laser A</b>			<b>Photorésistance/laser B</b>		
#Essai	DEL verte s'est allumée?	DEL rouge s'est allumée?	#Essai	DEL verte s'est allumée?	DEL rouge s'est allumée?
1	oui	non	1	oui	non
2	oui	non	2	oui	non



3	oui	non	3	oui	non
4	oui	non	4	oui	non
5	oui	non	5	oui	non
6	oui	non	6	oui	non
7	oui	non	7	oui	non
8	oui	non	8	oui	non
9	oui	non	9	oui	non
10	oui	non	10	oui	non

Test #3

Vitesse « normale »			
#Essai	# Situations	Réactions obtenue	Correspondance à la réaction attendue?
<b>1</b>	1	DEL verte allumée /DEL rouge allumée	oui
	2	DEL verte éteinte /DEL rouge allumée	oui
	3	DEL verte allumée /DEL rouge allumée	oui
	4	DEL verte allumée /DEL rouge éteinte	oui
	5	DEL verte éteinte /DEL rouge éteinte	oui
	6	DEL verte éteinte /DEL rouge intermittente	oui

	7	DEL verte éteinte /DEL rouge éteinte	oui
	8	DEL verte éteinte /DEL rouge allumée	oui
<b>2</b>	1	DEL verte allumée /DEL rouge allumée	oui
	2	DEL verte éteinte /DEL rouge allumée	oui
	3	DEL verte allumée /DEL rouge allumée	oui
	4	DEL verte allumée /DEL rouge éteinte	oui
	5	DEL verte éteinte /DEL rouge éteinte	oui
	6	DEL verte éteinte /DEL rouge intermittente	oui
	7	DEL verte éteinte /DEL rouge éteinte	oui
	8	DEL verte éteinte /DEL rouge allumée	oui
<b>3</b>	1	DEL verte allumée /DEL rouge allumée	oui
	2	DEL verte éteinte /DEL rouge allumée	oui
	3	DEL verte allumée /DEL rouge allumée	oui
	4	DEL verte allumée /DEL rouge éteinte	oui

	5	DEL verte éteinte /DEL rouge éteinte	oui
	6	DEL verte éteinte /DEL rouge intermittente	oui
	7	DEL verte éteinte /DEL rouge éteinte	oui
	8	DEL verte éteinte /DEL rouge allumée	oui
<b>4</b>	1	DEL verte allumée /DEL rouge allumée	oui
	2	DEL verte éteinte /DEL rouge allumée	oui
	3	DEL verte allumée /DEL rouge allumée	oui
	4	DEL verte allumée /DEL rouge éteinte	oui
	5	DEL verte éteinte /DEL rouge éteinte	oui
	6	DEL verte éteinte /DEL rouge intermittente	oui
	7	DEL verte éteinte /DEL rouge éteinte	oui
	8	DEL verte éteinte /DEL rouge allumée	oui
<b>5</b>	1	DEL verte allumée /DEL rouge allumée	oui
	2	DEL verte éteinte /DEL rouge allumée	oui

	3	DEL verte allumée /DEL rouge allumée	oui
	4	DEL verte allumée /DEL rouge éteinte	oui
	5	DEL verte éteinte /DEL rouge éteinte	oui
	6	DEL verte éteinte /DEL rouge intermittente	oui
	7	DEL verte éteinte /DEL rouge éteinte	oui
	8	DEL verte éteinte /DEL rouge allumée	oui

Vitesse « lente »			
#Essai	# Situations	Réactions obtenue	Correspondance à la réaction attendue?
<b>6</b>	1	DEL verte allumée /DEL rouge allumée	oui
	2	DEL verte éteinte /DEL rouge allumée	oui
	3	DEL verte allumée /DEL rouge allumée	oui
	4	DEL verte allumée /DEL rouge éteinte	oui
	5	DEL verte éteinte /DEL rouge éteinte	oui

	6	DEL verte éteinte /DEL rouge intermittente	oui
	7	DEL verte éteinte /DEL rouge éteinte	oui
	8	DEL verte éteinte /DEL rouge allumée	oui
<b>7</b>	1	DEL verte allumée /DEL rouge allumée	oui
	2	DEL verte éteinte /DEL rouge allumée	oui
	3	DEL verte allumée /DEL rouge allumée	oui
	4	DEL verte allumée /DEL rouge éteinte	oui
	5	DEL verte éteinte /DEL rouge éteinte	oui
	6	DEL verte éteinte /DEL rouge intermittente	oui
	7	DEL verte éteinte /DEL rouge éteinte	oui
	8	DEL verte éteinte /DEL rouge allumée	oui
<b>8</b>	1	DEL verte allumée /DEL rouge allumée	oui
	2	DEL verte éteinte /DEL rouge allumée	oui
	3	DEL verte allumée /DEL rouge allumée	oui

	4	DEL verte allumée /DEL rouge éteinte	oui
	5	DEL verte éteinte /DEL rouge éteinte	oui
	6	DEL verte éteinte /DEL rouge intermittente	oui
	7	DEL verte éteinte /DEL rouge éteinte	oui
	8	DEL verte éteinte /DEL rouge allumée	oui
<b>9</b>	1	DEL verte allumée /DEL rouge allumée	oui
	2	DEL verte éteinte /DEL rouge allumée	oui
	3	DEL verte allumée /DEL rouge allumée	oui
	4	DEL verte allumée /DEL rouge éteinte	oui
	5	DEL verte éteinte /DEL rouge éteinte	oui
	6	DEL verte éteinte /DEL rouge intermittente	oui
	7	DEL verte éteinte /DEL rouge éteinte	oui
	8	DEL verte éteinte /DEL rouge allumée	oui

<b>10</b>	1	DEL verte allumée /DEL rouge allumée	oui
	2	DEL verte éteinte /DEL rouge allumée	oui
	3	DEL verte allumée /DEL rouge allumée	oui
	4	DEL verte allumée /DEL rouge éteinte	oui
	5	DEL verte éteinte /DEL rouge éteinte	oui
	6	DEL verte éteinte /DEL rouge intermittente	oui
	7	DEL verte éteinte /DEL rouge éteinte	oui
	8	DEL verte éteinte /DEL rouge allumée	oui

Vitesse « rapide »			
#Essai	# Situations	Réactions obtenue	Correspondance à la réaction attendue?
<b>11</b>	1	DEL verte allumée /DEL rouge allumée	oui
	2	DEL verte éteinte /DEL rouge allumée	oui
	3	DEL verte allumée /DEL rouge allumée	oui

	4	DEL verte allumée /DEL rouge éteinte	oui
	5	DEL verte éteinte /DEL rouge éteinte	oui
	6	DEL verte éteinte /DEL rouge intermittente	oui
	7	DEL verte éteinte /DEL rouge éteinte	oui
	8	DEL verte éteinte /DEL rouge allumée	oui
<b>12</b>	1	DEL verte allumée /DEL rouge allumée	oui
	2	DEL verte éteinte /DEL rouge allumée	oui
	3	DEL verte allumée /DEL rouge allumée	oui
	4	DEL verte allumée /DEL rouge éteinte	oui
	5	DEL verte éteinte /DEL rouge éteinte	oui
	6	DEL verte éteinte /DEL rouge intermittente	oui
	7	DEL verte éteinte /DEL rouge éteinte	oui
	8	DEL verte éteinte /DEL rouge allumée	oui



<b>13</b>	1	DEL verte allumée /DEL rouge allumée	oui
	2	DEL verte éteinte /DEL rouge allumée	oui
	3	DEL verte allumée /DEL rouge allumée	oui
	4	DEL verte allumée /DEL rouge éteinte	oui
	5	DEL verte éteinte /DEL rouge éteinte	oui
	6	DEL verte éteinte /DEL rouge intermittente	oui
	7	DEL verte éteinte /DEL rouge éteinte	oui
	8	DEL verte éteinte /DEL rouge allumée	oui
<b>14</b>	1	DEL verte allumée /DEL rouge allumée	oui
	2	DEL verte éteinte /DEL rouge allumée	oui
	3	DEL verte allumée /DEL rouge allumée	oui
	4	DEL verte allumée /DEL rouge éteinte	oui
	5	DEL verte éteinte /DEL rouge éteinte	oui
	6	DEL verte éteinte /DEL rouge intermittente	oui

	7	DEL verte éteinte /DEL rouge éteinte	oui
	8	DEL verte éteinte /DEL rouge allumée	oui
<b>15</b>	1	DEL verte allumée /DEL rouge allumée	oui
	2	DEL verte éteinte /DEL rouge allumée	oui
	3	DEL verte allumée /DEL rouge allumée	oui
	4	DEL verte allumée /DEL rouge éteinte	oui
	5	DEL verte éteinte /DEL rouge éteinte	oui
	6	DEL verte éteinte /DEL rouge intermittente	oui
	7	DEL verte éteinte /DEL rouge éteinte	oui
	8	DEL verte éteinte /DEL rouge allumée	oui

Test #4

Résistance associée (ohm)	Audibilité à proximité	Audibilité dans une salle adjacente
8	Bonne	Aucune

Test #5

Nombre de DELs	Positionnement de DELS	Distance maximale de visibilité. (m)
5	5	Au moins 20 m

Test #6

#Étape	Réaction audiovisuelle	Correspondance à la réaction attendue?
6	Bonhomme “éteint”/ Main “allumé”/ Notification sonore “silencieuse”	oui
7	Bonhomme “éteint”/ Main “allumé”/ Notification sonore “audible”	oui
8	Bonhomme “éteint”/ Main “allumé”/ Notification sonore “silencieuse”	oui
9	Bonhomme “allumé”/ Main “éteint”/ Notification sonore “silencieuse”	oui

Test #7 (Rétroaction)

#Utilisateur	Impression générale	Commentaire
1	Fonctionne bien	aucun
2	Assez cool	simple
3	Bien	aucun

## ANALYSE DES COMPOSANTES

---

Ordinateur: Téléverse le code au Arduino pour que les pièces fonctionnent.

Arduino: Contient le code pour le bon fonctionnement des pièces et les alimente correctement.

Fils: Permettent de faire passer le courant entre les pièces, la platine de prototypage et l'Arduino.

Platine de prototypage: Permet de faire du prototypage et relier plusieurs composantes sans souder quoi que ce soit.

Résistances: Composant électronique qui limite le courant qui passe dans les photorésistances pour qu'elles ne se brûlent pas.

Lasers: Composant électronique qui émet une lumière intense lorsqu'il est alimenté.

Photorésistances: Type de résistance dont la valeur change en fonction de la lumière qu'elle reçoit.

Imprimante 3D: gracieuseté de l'université d'Ottawa, permet d'imprimer en 3D des modèles préconçus qui serviront de boîtiers pour l'Arduino, la platine de prototypage, les lasers et les photorésistances.

DELs: diodes électroluminescentes qui émettent de la lumière lorsque parcourues par un courant électrique.

Haut-Parleur: composant qui produit du son à une certaine fréquence lorsque parcouru.

Acrylique: plastique transparent qui nous servira pour l'affichage.

Machine de découpe laser: machine qui concentre de l'énergie générée par un laser pour découper des matériaux.

## LISTE DES COMPOSANTES

Nomenclature des matériaux					
#	Description du composant	Provenance	Qté	Prix Unitaire	Prix Calculé
1	Microcontrôleur Arduino Uno	MakerLab (pour lab 4)	1	17.00\$	17.00\$
2	Paquet de 10 fils pour Arduino	MakerStore	1	1.00\$	1.00\$
3	Kit de 10 photorésistances et pointeurs laser	Amazon	1	11.99\$	11.99\$
4	Matériau d'impression 3D	MakerLab	3 boîtiers	gratuit	gratuit
5	Mini Haut-Parleur	MakerStore	1	4.00\$	4.00\$
6	Feuille d'acrylique(11''x8.5'') (transparente + opaque)	MakerStore	2	13.00\$	26.00\$
7	Chargeur mural USB	Walmart.ca	1	9.51\$	9.51\$
8	5 pieds de filage blanc	MakerStore	4	1.60	6.40\$
9	Résistances	(inclus dans un kit)	10	gratuit	gratuit
10	Platine d'essai	MakerLab	1	10\$	10\$
Total					85.54\$

## CONCLUSION

---

En conclusion, ce livrable H a permis à l'équipe d'analyser et de prendre conscience du progrès accompli pour la conception du système, de par son affichage et son système de détection. Il a de plus permis à l'équipe d'organiser la planification pour développer le système final. En effet, l'analyse et la planification de ce dernier prototype est profitable à l'équipe puisqu'elle lui permettra plus tard de saisir l'opportunité de finaliser le produit selon les critères et rétroactions obtenues des clients sur les prototypes antérieurs.

## RÉFÉRENCES

---

## ANNEXE

---

