

Livrable de projet F

Prototype I et Rétroaction du Client

GNG 1503

Équipe Delta

Ghantous Alessio

Halimi Anwar

Kitio Tegnyem Leonel.

Mohamed Houssein, Mahad

Mohamed Omar

Boisvert Simon

Théberge Valérie

2 mars 2025

Résumé :

Ce livrable présente le développement et l'évaluation du prototype I destiné à répondre aux exigences du client. Une analyse des composantes critiques, basée sur des principes de sciences appliquées et de génie, a été réalisée afin d'identifier les éléments les plus déterminants pour le bon fonctionnement du système Chrono-Tours. Le prototype a été conçu en respectant les contraintes de faisabilité et de coûts, et soumis à une série de tests permettant de mesurer ses performances. Enfin, un plan d'essai de prototypage détaillé a été élaboré en vue de la conception du second prototype, garantissant une approche méthodique dans l'optimisation du projet.

Table de Matière :

Résumé :	2
Table de Matière :	3
1. Introduction :	4
2. Rédaction du Client :	4
3. Prototype #1 :	5
3.1. Première version du code pour Arduino IDE:	5
3.2. Première version du code pour la création de fichier (pour l’affichage des résultats) :	7
3.3. Flowchart du code Arduino :	9
4. Analyse des composants:	10
5. Résultats du Plan d’essai de Prototypage I :	13
6. Mettre à jour les Spécification Cibles et autres :	14
6.1. Spécifications cibles :	14
6.2. Conception détaillée :	15
6.2.1. Nomenclature des Matériels (NDM) :	18
7. Plan d’essai de Prototypage II :	20
8. Conclusion :	21
9. Référence :	21
10. Trello :	23

1. Introduction :

Le développement d'un prototype est une étape essentielle dans le processus d'ingénierie, permettant de transformer une idée en une première version testable d'un produit ou d'un système. Ce livrable vise à élaborer un premier prototype fonctionnel, tout en intégrant les retours des utilisateurs afin d'optimiser sa conception. L'objectif est double : **Développer le premier prototype** et **préparer un plan d'essai détaillé pour la fabrication du second prototype**. À travers une approche rigoureuse, ce document expose l'analyse des composants critiques du système Chrono-Tours, le processus de prototypage, les tests effectués et les ajustements recommandés en fonction des commentaires des clients.

2. Rédaction du Client :

1. Recueil des Retours Clients

Feedback recueilli auprès d'un client témoins:

- **Sécurité des enfants:**
 - Préoccupation majeure concernant le danger oculaire pour les enfants.
 - Suggestion d'intégrer des protections adaptées (écrans filtrants, lunettes de protection, ajustement des angles d'exposition).
- **Concept simple et fiable :**
 - Les utilisateurs apprécient une prise en main facile et intuitive.
 - Préférence pour une installation rapide et un système robuste.

2. Impact sur la Conception Actuelle et Future

Ajustements immédiats :

- **Sécurité :** Étude des matériaux et équipements de protection pour réduire les risques oculaires., on pourrait se rassurer que la puissance du laser soit inoffensive pour les êtres humains, même si la zone de couverture est restreinte au professionnelle, manipulateur du système
- **Ergonomie :** Tests utilisateurs pour garantir une prise en main intuitive.
- **Améliorations futures :**
- **Expérience utilisateur :** affichage des résultats en direct

3. Prochaines Étapes

- **Tests et validation des solutions de sécurité avec des experts.**
- **Développement d'un prototype intégrant le l'affichage en direct**
- **Présentation d'un design revisité aux clients pour validation.**

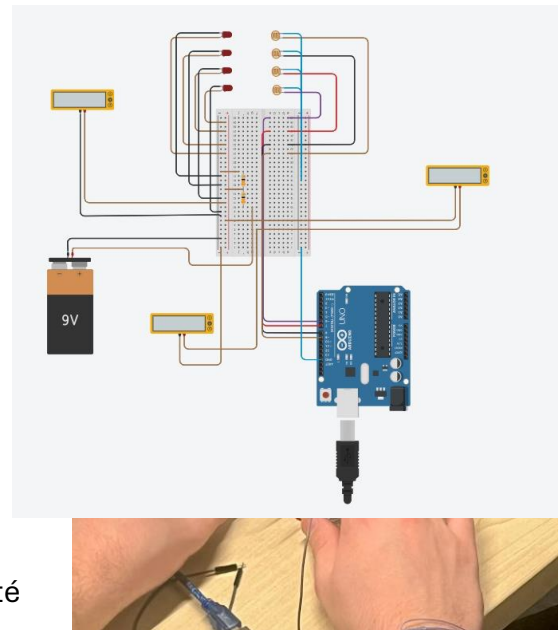
Conclusion : Les retours des clients ont permis d'orienter les choix techniques et d'usabilité pour améliorer la sécurité et l'expérience utilisateur. Les prochaines étapes consisteront à tester et affiner ces améliorations pour garantir un produit final optimal.

3. Prototype #1 :

Objectif cible du premier prototype : Tester la fonctionnalité des lasers avec les capteurs et essayer de lier leur utilisation avec le code

Mis en oeuvre: Pour le développement de notre prototype nous y sommes pris avec deux «bread boards», un Arduino Uno, un laser, un capteur, une pile (et son fil connecteur) avec un multimètre que nous avons connectés le tout comme selon notre plan Thinkercad.

Cette première mise en place nous a permis de tester efficacement notre premier prototype (c'est-à-dire uniquement les composantes principales de notre système), d'identifier des lacunes dans notre code et de mieux cibler nos questions à poser pour obtenir de l'aide. Cette expérience nous a aussi aidé à évaluer la possibilité de dysfonctionnements liés au matériel électronique (puissance et capacité des lasers).



3.1. Première version du code pour Arduino IDE:

```
#define CAR1_PIN 6  
#define CAR2_PIN 7  
#define CAR3_PIN 8  
#define CAR4_PIN 9
```

```
unsigned long startTime[4];  
unsigned long endTime[4];  
unsigned long raceTime[4];
```

```
void setup()  
{  
  pinMode(CAR1_PIN, INPUT);  
  pinMode(CAR2_PIN, INPUT);  
  pinMode(CAR3_PIN, INPUT);  
  pinMode(CAR4_PIN, INPUT);  
  //initier les senseurs comme input
```

```
  Serial.begin(9600); //pour connecter le board et le PC
```

```
  
  for (int i = 0; i < 4; i++)  
  {  
    startTime[i] = 0;  
    endTime[i] = 0;  
    raceTime[i] = 0;  
  }  
}  
//initier le temps a 0
```

```
  
void loop()  
{  
  for (int i = 0; i < 4; i++)  
  {  
    if (digitalRead(CAR1_PIN + i) == LOW && startTime[i] == 0)  
    {  
      startTime[i] = millis();  
    }  
  }  
  //enr temps de depart
```

```
  
  if (digitalRead(CAR1_PIN + i) == LOW && startTime[i] != 0 && endTime[i] == 0)  
  {  
    endTime[i] = millis();  
    raceTime[i] = endTime[i] - startTime[i];
```

```
//enr temps de fin
```

```
    Serial.print("Car ");
    Serial.print(i + 1);
    Serial.print(": ");
    Serial.print(raceTime[i]);
    Serial.println(" milliseconds");
//envoie au PC
```

```
    startTime[i] = 0;
    endTime[i] = 0;
}
}
//reset le temps
```

```
    delay(100); //délai pour éviter que arduino soit trop chargé, ce chiffre peut être changé
}
```

3.2. Première version du code pour la création de fichier (pour l’affichage des résultats) :

```
#include <stdio.h>
#include <stdlib.h>
#include <fcntl.h>
#include <unistd.h>
#include <termios.h>
#include <string.h>
```

```
int main()
{
    const char *serialPort = "/dev/ttyUSB0";

    int fd = open(serialPort, O_RDWR | O_NOCTTY);
    if (fd == -1) {
        perror("Error opening serial port");
        return 1;
    }
}
```

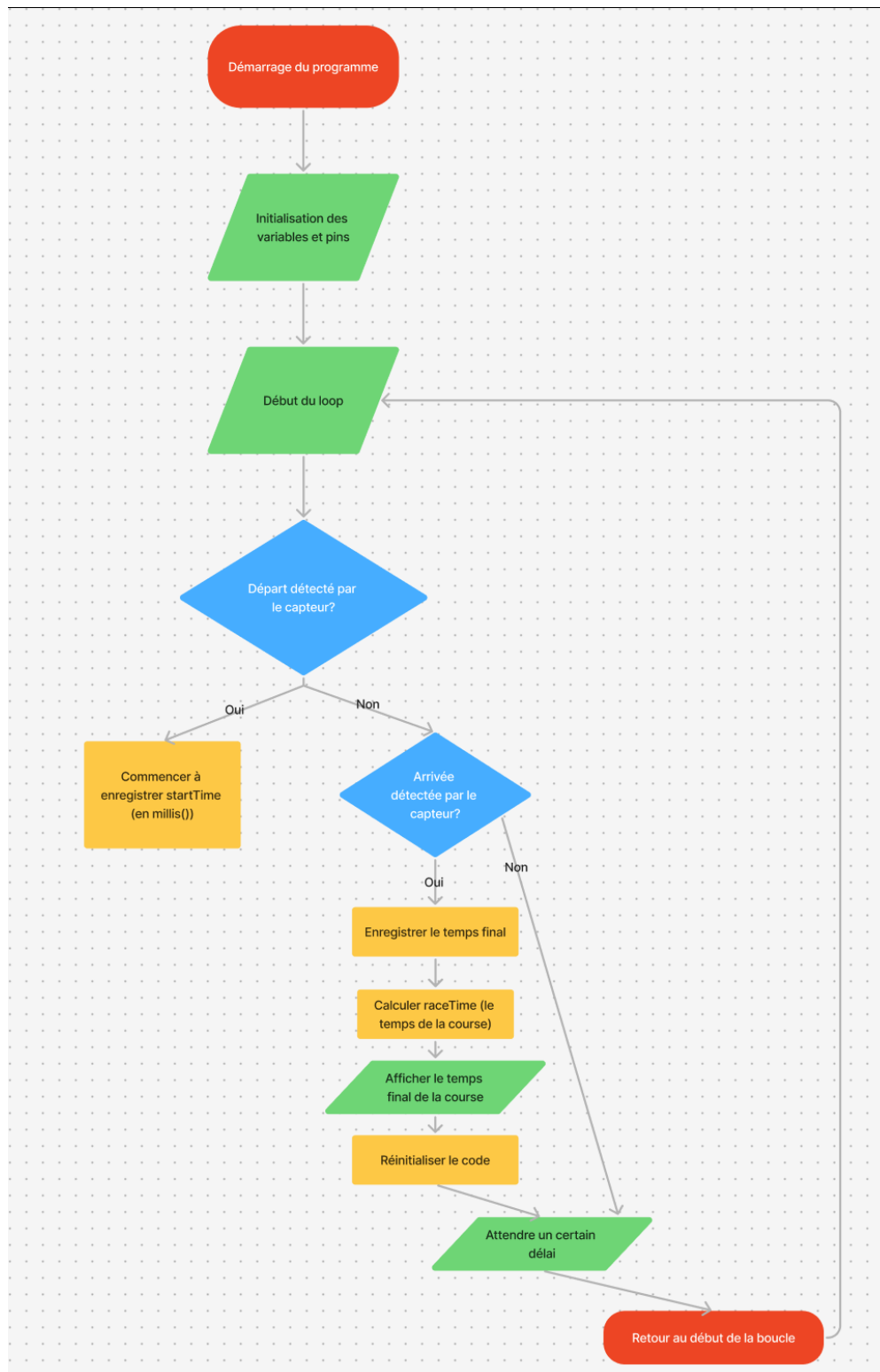
```
FILE *file = fopen("race_results.txt", "w");
if (!file) {
    perror("Error opening file");
    close(fd);
    return 1;
}

fprintf(file, "Car Number | Time (ms)\n"); // Header for table
char buffer[256];

while (1) {
    int bytesRead = read(fd, buffer, sizeof(buffer) - 1);
    if (bytesRead > 0) {
        buffer[bytesRead] = '\0'; // Ensure it's a valid string
        printf("%s", buffer); // Print to console
        fprintf(file, "%s", buffer); // Write to file
        fflush(file); // Save data immediately
    }
}

fclose(file);
close(fd);
return 0;
}
```


3.3. Flowchart du code Arduino :



4. Analyse des composants:

Nous avons sélectionné plusieurs composants essentiels pour la mise en œuvre du système Chrono-Tours. Chacun de ces éléments joue un rôle clé dans le bon fonctionnement du dispositif, et leur analyse nous permet d'anticiper les défis techniques liés à leur utilisation. Nous examinerons ainsi leurs caractéristiques, leur domaine d'application en sciences et en ingénierie, ainsi que les aspects critiques influençant la performance globale du système.

Module laser KY-008 650 nm et récepteur capteur laser

Le module KY-008 est un laser rouge de 650 nm utilisé pour des applications de détection et d'alignement. Il fonctionne avec un récepteur qui détecte la présence du faisceau et change d'état en conséquence.

- **Tension de fonctionnement :** 5V
- **Longueur d'onde de sortie :** 650 nm (Rouge)
- **Taille du capteur laser :** 15 x 22 mm
- **Taille du module KY-008 :** 15 x 24 mm
- **Output:** Niveau haut en cas d'irradiation laser, niveau bas en l'absence de laser
- **Remarque :** Ce capteur utilise un récepteur laser non modulé, il doit être utilisé dans un environnement sombre sans lumière ambiante pour éviter les interférences (soleil, lampes, etc.).
- **Domaine :** Physique (Optique, Électromagnétisme), Génie Électrique
- **Criticité :**
 - Nécessite un alignement précis avec le récepteur.
 - Sensible aux interférences lumineuses.
 - Puissance de sortie limitée.

Arduino (Microcontrôleur)

L'Arduino est une carte de développement programmable permettant de contrôler divers capteurs. Il est utilisé en électronique et en ingénierie pour concevoir des prototypes interactifs, notamment dans les systèmes embarqués, l'automatisation et la robotique.

- **Tension d'alimentation :** 7V - 12V (via adaptateur ou batterie), 5V (via USB)
- **Courant max par pin d'E/S :** 40 mA

- **Nombre de pins numériques** : 14 (dont 6 PWM)
- **Nombre de pins analogiques** : 6
- **Interface de programmation** : USB
- **Domaine** : Informatique (Programmation), Génie Électrique
- **Criticité** :
 - Limitation du nombre de ports pour des projets plus complexes.
 - Stabilité du code et gestion des interruptions.
 - Alimentation suffisante pour l'ensemble des composants connectés.

Ruban adhésif

Le ruban adhésif est un matériau flexible permettant de fixer des composants. Il est utile pour maintenir des capteurs en place, assurer l'isolation de fils électriques ou encore stabiliser des structures légères dans un prototype.

- **Type** : Adhésif polyvalent
- **Domaine** : Génie des matériaux
- **Criticité** :
 - Peut perdre son adhérence avec le temps.
 - Sensibilité aux variations de température et à l'humidité.
 - Risque de déplacement des composants affectant le bon alignement du système.

MDF 3 mm (Medium Density Fiberboard)

Le MDF est un matériau composite à base de fibres de bois, utilisé pour créer des structures mécaniques rigides. Il est apprécié pour sa facilité de découpe et son faible coût, mais nécessite une protection contre l'humidité pour éviter toute déformation.

- **Épaisseur** : 3 mm
- **Matériau** : Fibre de bois compressée
- **Domaine** : Génie des matériaux, Mécanique
- **Criticité** :
 - Bonne rigidité mais sensible à l'humidité.
 - Peut se déformer sous charge prolongée.
 - Facile à usiner mais produit beaucoup de poussière lors de la découpe.

Batterie 9V x2 et Connecteur de batterie 9V pour Arduino

Les batteries 9V fournissent une source d'alimentation pour le système. Elles sont utilisées pour alimenter l'Arduino et les autres composants nécessitant une tension stable. Le connecteur permet une connexion facile entre la batterie et le microcontrôleur.

- **Type :** Batterie alcaline ou lithium 9V
- **Capacité :** 595 mAh
- **Connecteur :** Clip standard pour batterie 9V vers connecteur Arduino
- **Domaine :** Génie Électrique
- **Criticité :**
 - Durée de vie limitée, nécessitant un remplacement fréquent.
 - Peut ne pas suffire pour des composants à forte consommation (prévoir un régulateur ou une alimentation plus stable).
 - Risque de chute de tension affectant le fonctionnement de l'Arduino et du laser.

Câble HDMI

Le câble HDMI est principalement conçu pour la transmission de signaux audio et vidéo numériques. Selon le projet, il peut être utilisé comme simple support physique, pour des expériences de transmission de données, ou pour relier des périphériques d'affichage.

- **Type :** HDMI standard, utilisé principalement pour la transmission de signaux vidéo et audio.
- **Longueur :** Variable selon le modèle utilisé
- **Domaine :** Génie Électrique, Transmission de Données
- **Criticité :**
 - Fragilité des connecteurs, risque de faux contacts.
 - Utilité à préciser dans le projet (si utilisé pour la transmission de données ou simplement pour le câblage).
 - Peut être sujet aux interférences électromagnétiques.

Breadboard (Plaquette de prototypage)

La breadboard est un support sans soudure permettant d'assembler et tester rapidement des circuits électroniques. Elle est essentielle en phase de prototypage, facilitant les connexions entre les composants sans nécessiter de soudures permanentes.

- **Nombre de points de connexion :** Généralement entre 400 et 830
- **Domaine :** Génie Électrique
- **Criticité :**

- Connexions parfois instables, risque de faux contacts.
- Ne supporte pas les circuits à forte consommation de courant.
- Limitée pour des projets définitifs (prévoir une plaque de circuit imprimé pour la version finale).

5. Résultats du Plan d'essai de Prototypage I :

1. Analyse des composants testés

a. Module laser KY-008 et capteur récepteur

- Résultat positif :
 - Le laser émet correctement (vérifié visuellement).
 - Le capteur récepteur détecte le faisceau laser (validé par un test physique).
- Conclusion : Les composants électroniques fonctionnent

2. Problèmes identifiés avec les codes Arduino

a. Symptômes

- Aucun résultat n'indique si le capteur détecte le laser (pas de sortie visuelle/logique).
- Les codes pour l'affichage et le module laser-capteur ne fonctionnent pas simultanément ou individuellement.

b. Causes possibles

1. Erreurs de câblage logiciel :
 - Les broches (pins) Arduino utilisées dans le code ne correspondent pas aux broches physiques connectées.
 - Problème de mode (INPUT/OUTPUT) mal défini pour les broches (ex : pinMode() incorrect).
2. Manque de synchronisation entre codes :
 - Les deux programmes (affichage et capteur) ne peuvent pas fonctionner simultanément sur l'Arduino, entraînant des conflits.
 - Utilisation de bibliothèques incompatibles ou de fonctions bloquantes (ex : delay()) qui perturbent la détection.
3. Détection non optimisée :

- Le capteur laser renvoie un signal analogique ou numérique, mais le code ne gère pas correctement les seuils (ex : absence de threshold pour filtrer le bruit).
4. Problèmes de communication série :
- Aucun débogage via le Serial Monitor pour vérifier les valeurs du capteur en temps réel.
 - Baud rate mal configuré (ex : `Serial.begin(9600)` non cohérent entre le code et le moniteur).
5. Alimentation trop importante:
- Le module laser ou le capteur nécessite moins de courant que la batterie 9V peut fournir, provoquant des instabilités.

3. Conclusion:

Le problème semble lié à une incompatibilité entre le code et la configuration matérielle/logique, plutôt qu'à un défaut des composants.

6. Mettre à jour les Spécification Cibles et autres :

6.1. Spécifications cibles :

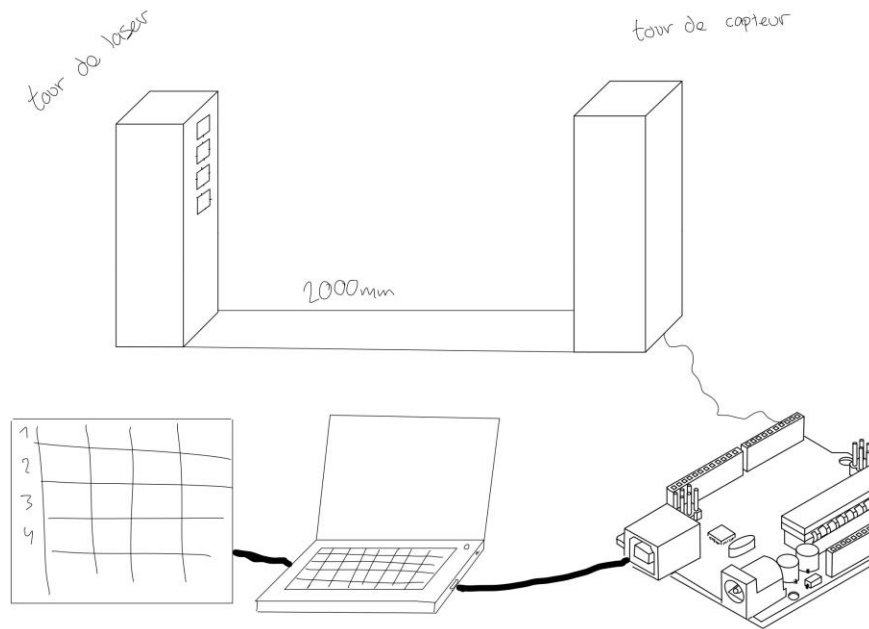
- Le produit doit fonctionner avec de la lumière ambiante puisque la course va se faire avec de la lumière et non à la noirceur pour que les personnes qui conduisent les voitures sont toujours capable de bien voir et notre produit fonctionne toujours et qu'il est fiable dans plusieurs environnements lumineux.
- Le chronomètre doit avoir une différence de +/- une seconde avec un chronomètre de référence pour assurer d'avoir des résultats fiables et juste pour les courses.
- Le produit devrait être capable de détecter et distinguer plus qu'une voiture a la ligne d'arrivée (au moins 2 voitures) pour assurer que notre produit est fiable et fonctionne avec le plus de cas possibles.
- Détection par coupure d'un faisceau lumineux vas maximiser la précision des lasers avec les capteurs pour offrir des résultats fiables et de qualité.
- Avoir les résultats après la course sur un beau tableau d'affichage avec les positions, temps total et nombre de tours.

- Système amovible, robuste et simple à installer. L'installation et le démontage du système ne doivent pas excéder 60 minutes, pour une meilleure aisance d'utilisation et doit être simple à transporter.

6.2. Conception détaillée :

Nous avons effectué une mise à jour à la suite des tests et aux retours du client. Après évaluation des performances et des contraintes techniques, nous avons changé quelques choses comme avoir un système de détection avec drapeau 3D imprimé et poteaux de support pour les lasers et capteurs.

Principe :



Les véhicules sont dotés d'un drapeau en 3D imprimé, monté sur le châssis de la voiture télécommander et qui passe à travers d'un petit trou dans sa carapace. Ceci va aider d'avoir le bon positionnement de manière à couper les faisceaux laser captés pour ne pas fausser la détection par ces derniers. Aussi c'est petit laser et capteur vont être dans des petites tours/poteau qui vont être fait pour bien tenir les breadboards à l'intérieur pour assurer que les laser et capteurs vont être droit et en sécurité des voitures qui peut frapper les poteaux.

Détection :

- Des lasers ont été fixés aux extrémités de poteaux réglables de part et d'autre de la piste.
- Chacune des rayonnantes laser est, en effet, interrompue par le drapeau du véhicule, chaque faisceau est interrompu pour mettre en route le capteur associé, qui enregistre le passage du véhicule.

Avantage :

- Meilleure fiabilité : Les erreurs dues aux reflets et à la lumière extérieure sont supprimées.

- Ajustement aisé : Le drapeau est réglable en hauteur pour le faire correspondre à tous les véhicules.
- Facilité d'installation : La technologie utilisant des poteaux permet d'installer le tout rapidement et en toute sécurité.
- Meilleure précision : Chaque véhicule est détecté séparément même s'il passe en même temps.

Inconvénients :

- Calibration initiale à réaliser pour que le drapeau soit bien en face des lasers et que les capteurs reçoivent bien les laser par une longue distance de 2 mètres.
- Dépendante de l'impression 3D pour la conception des drapeaux.

6.2.1. Nomenclature des Matériels (NDM) :

Nomenclature des Matériaux							
N°	Nom de l'item	Description	Unité de mesure	Quantité	Coût unitaire	Coût étendu (Taxes + Livraison)	Lien
1	Laser KY-008 650 nm non modulé	Émission de Faisceau de lumière continu.	-	4	2,10 \$	11,83 \$	Lien #2
2	Récepteur Capteur Laser	Détection et analyse du faisceau.	-	4	2,10 \$	11,83 \$	Lien #2
3	Onshape (logiciel)	Permet de modéliser (pour pouvoir ensuite l'imprimer en 3D) le « drapeau » servant à couper le laser.	-	-	0,00 \$* (Plan Gratuit)	0,00 \$* (Plan Gratuit)	https://www.onshape.com/en/
4	Wordpress (logiciel)	Permet de créer l'afficheur des résultats en ligne.	-	-	0,00 \$ (Plan Gratuit)	0,00 \$ (Plan Gratuit)	https://wordpress.com/

							S.CO m
5	Arduino	Microcontrôleur qui sert à enregistrer le passage des voitures et a le transmettre à notre afficheur en ligne.	-	1	5,00 \$ (Gratuit)	5,00 \$ (Gratuit)	
6	Ruban adhésif	Pour les petits drapeaux sur les voitures.	Rouleau	1	6,77 \$	7,65 \$	Lien #3
7	MDF 3 mm	Pour les poteaux qui vont tenir les lasers et les récepteurs.	Feuille	3	16,47 \$	18,61 \$	Lien #1
8	Batterie 9V x2	Pour mettre pouvoir au laser et capteur.	-	2	11,98 \$	13,54 \$	Lien #6
9	Connecteur de batterie 9V pour Arduino	Pour connecter la batterie avec le Arduino.	-	1	5,99 \$	11,30 \$	Lien #5
10	HDMI cable	Pour connecter l'ordinateur avec un plus gros écran pour afficher les résultats	-	1	0,00 \$	0,00 \$	
11	Breadboard	Pour le arduino	-	2	0,02 \$	0,02 \$	
12	Résistance	Pour le arduino	-	10	0,10 \$	0,10 \$	
13	Fils de liaison	Pour le arduino	Rouleau	2	6,00 \$	6,00 \$	

14	Inkscape	Pour planifier comment couper le matériel MDF en poteau.	-	-	-	-	https://inkscape.org/
Total :					85,87 \$		
Reste :					14,13 \$		

7. Plan d'essai de Prototypage II :

Définition des objectifs du plan d'essai :

- **Objectif principal** : Valider la fonctionnalité et la performance du prototype sous diverses conditions, en mettant l'accent sur la fiabilité et la précision des composants électroniques et mécaniques intégrés.
- **Évaluation de faisabilité** : Analyser la capacité de reproduction du prototype à plus grande échelle basée sur les résultats des tests initiaux et l'efficacité des modifications apportées après la première phase de rétroaction.

Critères d'arrêt pour les tests :

- **Fiabilité** : Le système doit fonctionner sans défaillance pendant une période continue.
- **Précision** : Les résultats obtenus doivent être dans une marge d'erreur de ± 1 seconde comparée aux mesures de référence.
- **Intégrité des composants** : Aucun composant ne doit présenter de signes de détérioration ou de dysfonctionnement durant les phases de test intensives.

Mesures et critères de fidélité pour le prototype :

1. Mesures à prendre :

- Temps de réponse des capteurs.
- Précision des capteurs dans différentes conditions de luminosité.
- Durabilité des composants lors des tests de stress.

2. Critères de fidélité :

- Les capteurs doivent détecter et signaler correctement les passages des voitures télécommandées avec une précision de 99%.
- Le prototype doit résister à des variations de température et d'humidité sans perte de fonctionnalité.

- c. Le système doit rester stable et opérationnel sous des charges électriques fluctuantes.

8. Conclusion :

La conception et l'évaluation du premier prototype du système Chrono-Tours ont permis d'explorer en profondeur les défis techniques et fonctionnels liés au projet. Grâce aux tests réalisés, aux retours des clients et à l'analyse des composants critiques, nous avons pu identifier des améliorations clés pour garantir un fonctionnement plus fiable et optimisé du dispositif.

Les enseignements tirés de cette première phase ont non seulement validé certains choix techniques, mais ont également mis en lumière des ajustements nécessaires pour améliorer le prototype. L'intégration d'éléments tels qu'un drapeau imprimé en 3D pour optimiser la détection, la calibration des lasers et capteurs, ainsi que l'adaptation du code Arduino constituent des avancées significatives pour la prochaine version du prototype.

Enfin, l'élaboration d'un plan d'essai détaillé pour le second prototype assure une approche structurée et méthodique dans l'évolution du projet. Cette démarche itérative, axée sur l'expérimentation et l'optimisation, nous rapproche d'une solution finale performante et adaptée aux besoins des utilisateurs. L'aboutissement de cette phase marque ainsi une étape cruciale vers la concrétisation d'un produit fiable, innovant et fonctionnel.

9. Référence :

[1]

"The Home Depot 1/8 inch (3mm) x 2ft x 2ft MDF (4 pieces per box) | The Home Depot Canada," *The Home Depot Canada*, 2025. <https://www.homedepot.ca/product/the-home-depot-1-8-inch-3mm-x-2ft-x-2ft-mdf-4-pieces-per-box-/1001848941>

[2]

"Amazon.ca," *Amazon.ca*, 2018. https://www.amazon.ca/-/fr/modules-capteur-modulateur-Arduino-%C3%A9metteurs/dp/B091GBJLX5/ref=pd_ci_mcx_mh_mcx_views_0_title?pd_rd_w=pZjdU&content-id=amzn1.sym.132f1a2b-de6d-4eb4-9982-d6fe080f8827:amzn1.symc.40e6a10e-cbc4-4fa5-81e3-4435ff64d03b&pf_rd_p=132f1a2b-de6d-4eb4-9982-d6fe080f8827&pf_rd_r=MYQVSCZWJ957ADTCYGYH&pd_rd_wg=dEFht&pd_rd_r=32a09ffa-4e54-4649-946c-9601fdf4f610&pd_rd_i=B091GBJLX5 (accessed Feb. 24, 2025).

[3]

“The Home Depot 3M Multi-Purpose Duct Tape 3920-WH |,” *The Home Depot Canada*, 2018. https://www.homedepot.ca/product/3m-multi-purpose-duct-tape-3920-wh-white-1-88-in-x-20-yd-48-mm-x-18-2-m-/1000104244?eid=PS_GO_140203_ALL_PLA-526641&eid=PS_GOOGLE_D00_Corporate_GGL_Shopping_All-Products_Store-Sales-Test_Experiment_All%20Products%20-%20Control_PRODUCT_GROUP_pla-294357559827&pid=1000104244&store=7118&gad_source=1&gclid=CjwKCAiAiOa9BhBqEiwABCdG80n8cp9Qu4RrBi8hBsozfotU73wDbpFFEjxDM-4K70laEmmnpE7Pahoc3YkQAvD_BwE&gclsrc=aw.ds (accessed Feb. 24, 2025).

[4]

“Amazon.ca,” *Amazon.ca*, 2015. https://www.amazon.ca/ELEGOO-Filament-Dimensional-Accuracy-Compatible/dp/B0BM4F65SL/ref=asc_df_B0BM4F65SL?tag=bingshopdesk-20&linkCode=df0&hvadid=80470598952201&hvnetw=o&hvqmt=e&hvbmt=be&hvdev=c&hvlocint=&hvlocphy=&hvtargid=pla-4584070170314259&th=1 (accessed Feb. 24, 2025).

[5]

“Amazon.ca,” *Amazon.ca*, Jul. 09, 2018. https://www.amazon.ca/-/fr/LAMPVPATH-connecteurs-batterie-connecteur-plastique/dp/B07D6RNJVR/ref=sr_1_9?crid=29Q0NVRR8GDC8&dib=eyJ2ljojMSJ9.UsbCh0HcKXFeFWHSWX7QSVrAhmvCALD8X6mNSwuG8S4HsyF65R44U2mXOAYVbd34G--EiwqaMTi-XZqyKN5W-LNb9n8CPPMrjoGjBGwv6MDhNEAldu3oKjl1QEILaOp7lYnN8HVu4GSzayn9nkc-R4qYe7t_wobdv4BviQYuQ2NNHL13j6HFbr6NiOKG0CcE__OF5670aKrqebdbLP_oJ7OV29-GtbQTrHG-5Mq6iEMFlwLs8GA8sBNpFZPws0TeHF5jKhcwGWZjkolg-zy-ChUiEFzI4HMnof7kVUFsJJE9g8_a3dIBZU5LD4aN4leJ8WKLrBzqG2fyjWGJ-HFfk1vnklXMFtRwPNwo1PyRA_pHiT2DWzeUs8EdOzk9WSs8OSXJgq_MzKK_Amg97k0TJf4PvmEP3XwZf71kUZd3InuH-Ci3XASK6ABp8810MRhsK.DoRUyaX7swM2KZ8LoaoJ-RyA7IWC-W8bdH0TXZt5kqc&dib_tag=se&keywords=9v+battery+connector+arduino&qid=1740766088&sprefix=9v+battery+connector%2Caps%2C130&sr=8-9 (accessed Feb. 28, 2025).

[6]

“Energizer Energizer MAX 9V Batteries (2 Pack), 9 Volt Alkaline Batteries | The Home Depot Canada,” *The Home Depot Canada*, 2021. <https://www.homedepot.ca/product/energizer-energizer-max-9v-batteries-2-pack-9-volt-alkaline-batteries/1000534851> (accessed Feb. 28, 2025).

10. Trello :

The screenshot shows a Trello board with a card titled "Livrable G: Prototype 2 et rétroaction du client (3.5%)". The card is in the "À FAIRE" (To Do) list. The card's details are as follows:

- Members:** VT, AG, AH, KL, MH, SB, OM, +
- Notifications:** Watching ✓
- Due date:** Mar 9, 11:59 PM
- Description:**
 - Utiliser les commentaires du client comme guide dans notre conception
 - Un prototype n'est pas du travail normal sur votre projet, c'est quelque chose qui a un objectif plus petit et ciblé avec des tests spécifiques et des résultats mesurables
 - vos justifications et votre raisonnement pour ce prototype devraient inclure une explication courte de vos résultats obtenus à partir de votre prototype précédent et comment ce prototype poursuit le développement de votre solution. Ce deuxième prototype devrait être un prototype d'un sous-système critique
- A faire (0%):**
 - ☐ Décrire la rétroaction reçue de votre client sur le premier prototype
 - ☐ Développer un prototype qui sera utilisé pour atteindre les objectifs
 - ☐ Mettre un modèle analytique, numérique ou expérimental
 - ☐ Documenter soigneusement votre plan d'essai de prototypage, votre modélisation et nos résultats
 - ☐ Mettez à jour vos spécifications cibles, votre conception détaillée et votre NDM une fois les tests terminés et analysés
 - ☐ Créer un plan d'essai de prototypage en se servant du modèle en cours pour le prototype III.
- Activity:**
 - SB Write a comment...
 - VT Valerie Theberge added this card to À faire Jan 24, 2025, 12:31 PM

The background shows a Trello board with several other cards, including "Livrable D: Conceptualisation", "Rencontre client 2 pour livrable", "Modifications du livrable A", "Livrable B: Identification des besoins (1.5%)", "Livrable A: Formation d'équipe contrat (0.5%)", "Livrable C: Critères de conception (2%)", and "Livrable E: Plan et coût du projet (2%)".