



Livrable G

Prototype2 et rétroaction

Professeur : Emmanuel Bouendeu

Présenté par *Equipe FB21* :

Caleb Scalabrini

Daniella Kibuya Kavunga

Emerick Aboki

Marc Eliezer Tsongo

Paulina Gloire Nanema

Le 10 novembre 2024

| | |
|---|----|
| Introduction..... | 3 |
| I- Description de la rétroaction client de la rencontre 3 | 3 |
| 1. Système électrique | 4 |
| 2. Système physique..... | 5 |
| II- Modélisation Analytique | 6 |
| III- Documentation | 7 |
| 1. Système électrique | 7 |
| Recueillement des rétroactions utilisateurs / clients | 14 |
| IV- Mise à jour des variables du dispositif..... | 14 |
| V- Plan d'essai détaillé prototype 3 | 15 |
| Objectifs d'essai | 15 |
| Critères d'arrêt | 15 |
| Mesures et fidélité | 16 |
| Méthode de test..... | 16 |
| Rapport final et analyse des résultats | 16 |
| Conclusion..... | 17 |
| Capture d'écran Trello..... | 17 |

Introduction

Monter et évaluer des prototypes et des tests sont des étapes spécifiques qui peuvent être manipulés par plusieurs facteurs. Certains des facteurs sont des contraintes de disponibilité, temps et matériel. Dans le cadre de cette étude l'équipe d'ingénieurs a démontré la capacité d'exécuter et évaluer des prototypes en se basant sur le prototype et rétroactions clients précédents ainsi que leurs résultats afin de pouvoir améliorer le prototype suivant. Cela implique ainsi que les ingénieurs sont responsables de bien analyser leurs prototypes et de bien documenter les résultats des prototypes sous leurs tests posés ainsi que de ressortir leur points forts et faibles pour recommencer le cycle d'amélioration.

Dans ce document nous aborderons plusieurs points : La description de la rétroaction client 3, le développement du prototype 2 cela inclut ses fonctionnements et détails ainsi que la documentation extensive du plan des tests et des résultats. Ainsi que les rétroactions clients-utilisateurs, la mise à jour des variables du dispositif, le plan d'essai détaillé du prototype 3 et la conclusion.

I- Description de la rétroaction client de la rencontre 3

Lors de la rencontre avec les clients, des retours concernant nos prototypes nous ont été donnés. Voici les rétroactions, les retours des clients reçus lors de la rencontre.

“Nous voulons un prototype final complet combinant les concepts 1 et 2 imaginés par votre équipe. Il est préférable que ce prototype final soit privé d'une assistance vocale en raison de nuisances sonores, ainsi que d'un écran tactile. Nous désirons qu'il soit contrôlable à l'aide de touches manuelles et qu'il puisse proposer un système d'affichage bilingue adaptable à tout utilisateur.”

Les rétroactions, n'ayant pas été que positives, Les clients ont néanmoins apprécié le système et espèrent qu'il sera prêt et fonctionnel pour la Journée de conception.

Voici quelques actions en réaction aux rétroactions clients développées par notre équipe pour éclairer les choix de conception et pour améliorer la solution finale.

La combinaison des concepts 1 et 2 nous a permis de mettre l'accent sur une interface utilisateur pratique et accessible qu'on a développée, offrant une solution plus complète et équilibrée qui répond mieux aux besoins des utilisateurs tout en assurant une utilisation intuitive via des touches manuelles qui réduiront les coûts de développement et éviteront les complications liées à la reconnaissance vocale.

L'affichage bilingue qu'on a par la même occasion ajouté au système rend le produit accessible et facile à utiliser. Dans la suite, on cherche à faire plus de prototypes afin de vérifier l'application de toutes ces composantes.

Développement prototype 2

1. Système électrique

- Qu'est-ce que ce prototype ?

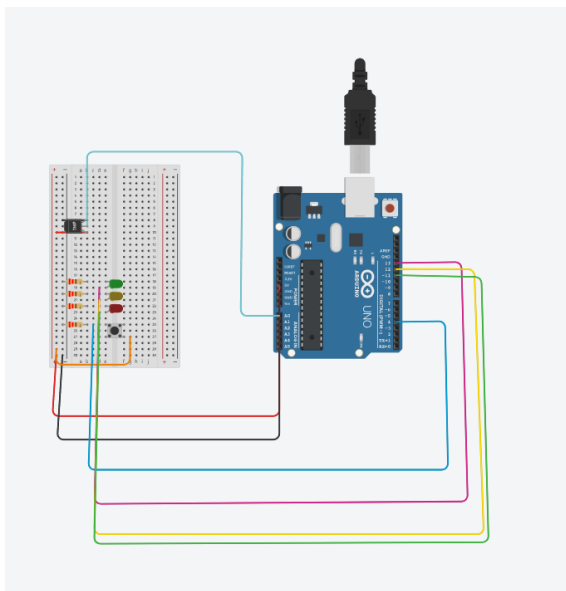
Ce prototype est une représentation du système électrique, affichage et d'opération mise ensemble dans un arrangement physique sur une platine électrique. Dans un monde parfait elle supposait une représentation de tout le système et ses fonctions. Cependant des contraintes de disponibilité font en sorte que cette partie du prototype représente seulement les fonctionnements du capteur de température et humidité ainsi que les DEL, le bouton de mesure, le tout avec une alimentation du pouvoir de 9V par pile.

- Quand est-ce que ce prototype a été réalisé ?

Ce prototype a été faiblement basé par simulation la semaine du 3 Novembre ainsi que construit et monté le vendredi 08 novembre 2024 entre 12h et 2 :30h. Elle a été mise à l'épreuve le 08 et 09 novembre 2024.

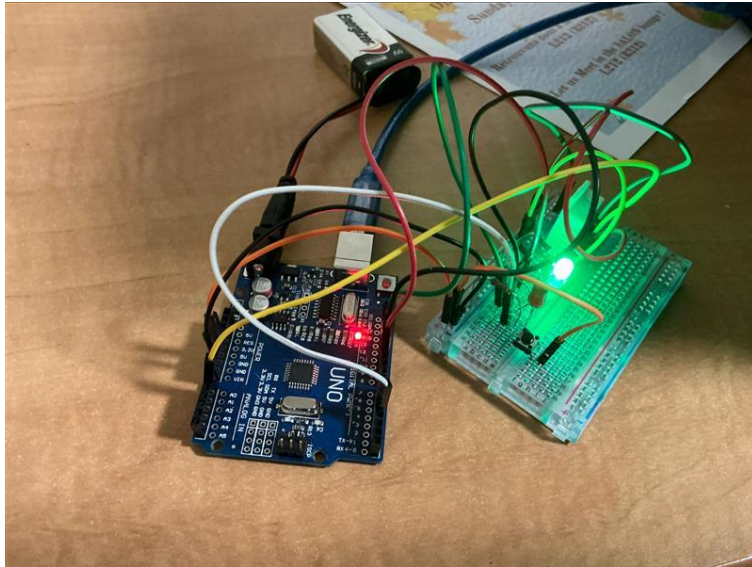
- Pourquoi ce prototype ?

Ce prototype peut confirmer le fonctionnement et la synergie entre chaque pièce. Dans un environnement physique. Ce prototype ainsi nous laisse confirmé que les fonctions critiques sont réalisables et fonctionne comme nous nous attendons dans les situations ciblées.



Circuit sur TinkerCAD

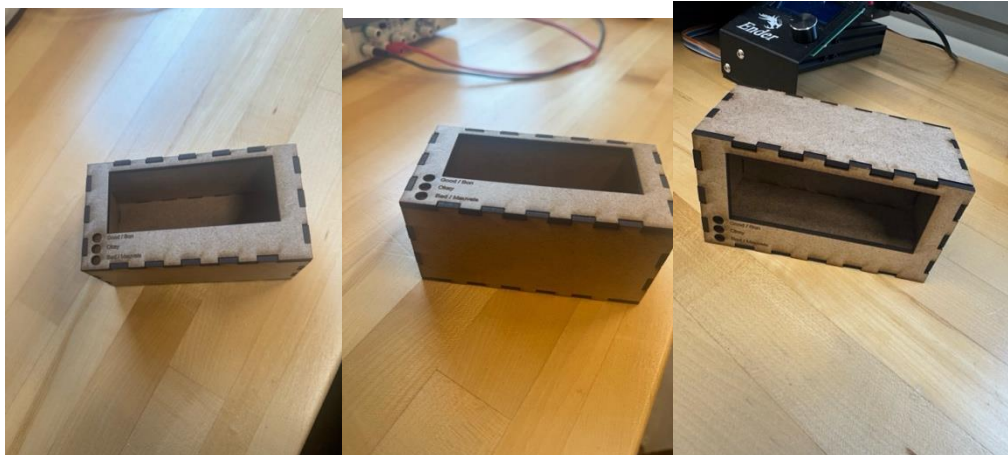
https://www.tinkercad.com/things/4JoUdf5bgx7-systeme-electrique-proto-2?sharecode=noLU_Z5l4nN9LrufDNERWi58TG02519qtqrTrsGMWzU



Circuit physique :

2. Système physique

Bien que le prototype 2 soit centré sur le système critique qui est l'affichage, nous avons jugé important de s'intéresser également au système physique qui contiendra les autres systèmes.



Images de la boîte

- Qu'est-ce que ce prototype ?

Ce prototype est une représentation à la découpe laser du système physique visible de notre dispositif. C'est donc la boîte qui contiendra tous les autres systèmes (électrique, opération, affichage). Il s'agit d'un prisme de volume $V=409.2 \text{ cm}^3$ dont la longueur est $L=12\text{cm}$, la largeur $l=6.2\text{cm}$ et la hauteur $h=5.5\text{cm}$.

Ce prototype montre également l'interface de notre dispositif qui a un espace réservé pour l'écran LDC (20 x 4) avec pour longueur $L = 9.7\text{cm}$ et pour largeur $l = 3.95\text{cm}$. On y voit également des cercles de 5.2 mm de diamètre qui sont les zones réservées aux 3 LEDs avec leurs significations juste à côté.

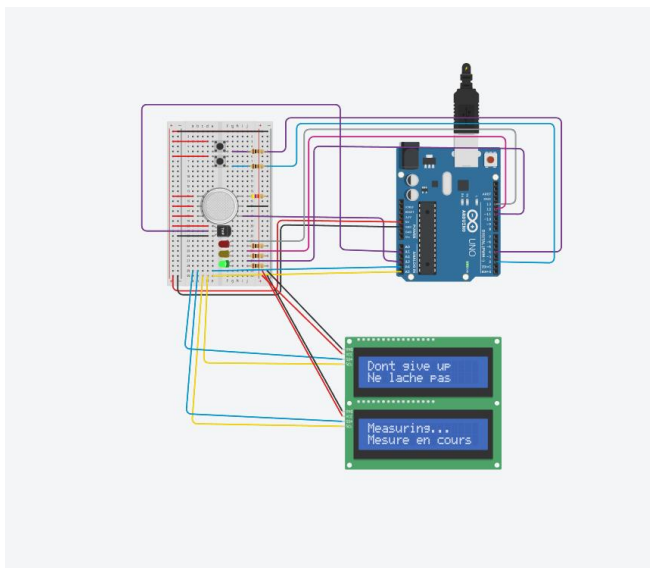
- Quand est-ce que ce prototype a été réalisé ?

Ce prototype a été pensé et dessiné le mardi 05 novembre 2024 de 11h et 12h puis construit et monté le vendredi 08 novembre 2024 entre 12h et 13h.

- Pourquoi ce prototype ?

Ce prototype a permis d'estimer les dimensions de notre boîte afin d'ajuster nos critères de conception. Nous avons pu également apprécier l'esthétique et considérer l'emplacement des éléments de l'interface (écran, LEDs et boutons).

II- Modélisation Analytique



Cette modélisation est le circuit complet du projet qui aurait dû être complété en physique pour le prototype #2 cependant les limitations de disponibilité de matériaux ont eu leur effet. [OBJ]

Circuit Originale (TinkerCAD) :

Fonctionnements inclussent :

- Écran LCD
- Capteurs (Température, Humidité et gaz)
- Boutons (Modes et mesures)

- DEL

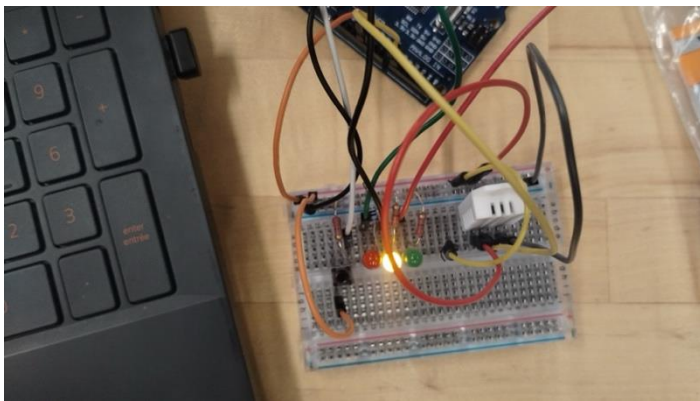
VS : Circuit Prototype 2 (Physique)

Fonctionnements inclussent :

- Capteurs température et humidité
- Bouton mesures
- DEL

III- Documentation

1. Système électrique



Photos du circuit : Température de salle (Entre 20-25 degré)

Comme mentionner aux par-avant le prototype du système électrique/Affichage/Opérations as été limiter par la disponibilité des matériaux. Avec les matériaux disponibles seulement les fonctionnements de certaines pièces : le capteur de température et humidité, DEL, Bouton, câbles et résistances, batterie. On put être monté sur platine électrique.

Résultat :

Fonctionnement Capteur :

Le capteur de température fonctionne à merveille. Durant les deux jours de test le capteur a été soumis sous différente température d'air afin de mesurer différente température et humidité.

Test #1 : Température Chambre :

En laissant le système dans une chambre où le thermostat est environ 20 à 25 degrés on peut examiner que la DEL devient jaune. Ceci est confirmation que la ligne de code ainsi que le système qui s'occupe de lire la température est fonctionnelle pour la température de 20-25 degrés.

Test #2 : Température frigidaire :

Pour tester la DEL verte il fallait que la température soit plus basse que 20 degrés Celsius. Le dispositif serait utilisé dans un environnement à l'intérieur où une variation de température rapide est possible. Donc pour ce test on a décidé de mettre le dispositif pour seulement 1 minute dans le congélateur afin d'avoir un changement rapide de température qui allumerait la DEL verte sans causer de dommage au système (Éviter condensation).

- Comme prévu la DEL est allumée lorsque la valeur est allée plus basse que 20 degrés.
- Après une minute elle mesurait 13 degrés et affichait vert.
- Le système prend des mesures d'environ mesure / seconde.

Test #3 : Température vapeur d'eau.

Pour tester la DEL rouge il fallait que la température soit plus haute que 25 degrés Celsius. Afin de monter la température d'une chambre à 25 degrés il faudrait monter le thermostat. Ceci serait un test plus précis car elle permet de mettre en fonction dans une situation réelle. Cependant pour ne pas déranger des colocataires nous avons décidé de faire bouillir de l'eau et de mesurer la température de la vapeur d'eau relâchée. (Voir image #1)

- 1er essai : La température affichait plus haut que 25 degrés Celsius dans la console mais n'affichait pas de DEL rouge.
- En changeant une ligne de code : `else --> else if (t > 25)` la DEL rouge est allumée comme prévu durant le 2e essai.

| Prototype #2 (Électrique) | | | | Tests | | |
|---------------------------|---|----------|--------------------|---|---|-----------------------------|
| Type | Objectif | Fidélité | Rétroaction | Objectif | Résultat | Durée |
| Physique ciblé | Tester les systèmes avec les pièces physiques | Moyenne | Aucune Rétroaction | Température > 25°C = DEL Rouge (Vapeur d'eau) | DEL allume après quelque correction aux codes après être mise aux dessus des vapeurs d'eaux. | 5mins 11/10/2024 |
| | | | | Température entre 20 et 25°C = DEL Jaune (Ambiante) | DEL est resté jaune durant toute les 6 heures à des températures varient de 20-25 degré. | 6h passive 10/10/2024 |
| | | | | Température < 20°C = DEL Vert (Frigidaire) | La DEL est verte le moment où la température lit était plus bas que 20 degré et montrait 13 degré après 1 minute. | 1 mins 11/10/2024 |
| | | | | | | |



Image #1 : Test Vapeur d'eau

Image #2 : Test Congélateur

- **Critère d'arrêt**

Ce prototype a été testé jusqu'à ce que les résultats des trois tests de température soient en cohérence avec la logique environnementale, du code ainsi que les DEL s'activent respectivement à leur température spécifique.

- **Modélisation**

Ce prototype est du type physique ciblé. Ceci est à cause des contraintes de la disponibilité des pièces. Elle englobe seulement le fonctionnement du bouton mesure, DEL ainsi que le capteur de température d'humidité.

- **Avantages**

- Laisse confirmer les fonctionnements des pièces actuelles.
- Mets à jour les variables comme le code requis pour le fonctionnement du système.
- Découvre des problèmes possibles avec le système.

- **Points d'amélioration**

- L'ajout des autres pièces qui sont indisponible pour ce prototype (Écran LCD, Capteur gaz etc....)
- L'ajout des codes de fonctionnements pour les pièces manquantes.
- Test plus adapté / professionnel pour des résultats plus concrets.
- L'ajout de paramètre pour gérer des températures plus froides : Affiché DEL jaune si plus bas que 10 degré et DEL rouge si plus bas que 0 degré.

2. Système physique

Le système physique que nous envisageons est un appareil robuste et intuitif, conçu pour répondre aux besoins des utilisateurs qui préfèrent les boutons physiques et une interface simplifiée.



La disposition des touches physiques sur l'écran peut être conçue pour maximiser l'ergonomie et l'intuitivité. Voici ce qui en est pour leur disposition.

1. **Touches de navigation :**
 - a. **Position :** Juste en bas à gauche de l'écran.
 - b. **Fonction :** Permettre de naviguer facilement dans les menus et les options.
2. **Touches de sélection :**
 - a. **Position :** Sous l'écran, à gauche
 - b. **Fonction :** Confirmer les sélections et valider les choix.
3. **Touches de fonction :**
 - a. **Position :** En bas de l'écran
 - b. **Fonction :** Accéder rapidement aux fonctions spécifiques comme les réglages de température ou les modes d'affichage.
4. **Bouton d'alimentation :**
 - a. **Position :** En haut ou en bas de l'écran, facilement accessible.
 - b. **Fonction :** Allumer ou éteindre l'appareil.

Cette disposition permet une utilisation intuitive et confortable, en plaçant les touches les plus fréquemment utilisées à des endroits facilement accessibles. Vous pouvez ajuster cette configuration en fonction des besoins spécifiques de vos utilisateurs et des contraintes de conception.

Sommaire des résultats des prototypages et tests :

| Prototype 2 : boîte physique | | | | Tests | | |
|------------------------------|----------|----------|-------------|----------|-----------|---------------|
| Type | Objectif | Fidélité | Rétroaction | Objectif | Résultats | Date et durée |

| | | | | | | |
|----------------|--|---------|--|--|--|-----------------------|
| Physique Ciblé | Connaître les dimensions de la boîte | Moyenne | Dimension facile à manipuler et déplacer | Dimensions < 500 cm ³ | Volume= 409.2cm ³ L=12cm l= 6.2cm h=5.5cm | 1heure (05/11/24) |
| Physique cib  | Connaitre l'emplacement des éléments du système électrique | Moyenne | Aucune rétroaction du client ou utilisateur | Capacité à contenir le système électrique | Arduino et la batterie de 9V et les câbles tiennent dans la boîte | 1heure (09/11/24) |
| Physique Ciblé | Connaitre l'emplacement des éléments de l'interface | Moyenne | J'aime bien le système des LEDs et les indications | Facilité à comprendre et voir les LEDs sur l'interface | Les LEDs sont sur la face avant du dispositif avec des écritures compréhensibles | 30 minutes (09/11/24) |

- **Critère d'arrêt**

Pour ces tests, le critère d'arrêt est lorsque le Arduino, les LEDs et les câbles peuvent être contenus dans la boîte.

- **Modélisation**

Le type de modélisation utilisé pour ce prototype est analytique car nous avons utilisé des fonctions mathématiques avec Inkscape pour trouver les dimensions des cercles pour les LEDs, du rectangle pour l'écran LCD.

- **Avantages**

- Cette boite est facile à déplacer car elle est assez petite et peut être contenu dans les mains
- Les LEDs facilitent la compréhension des données affichées sur l'écran
- Les indications bilingues   côté des LEDs sont claires et facilitent l'interprétation

- **Points d'amélioration**

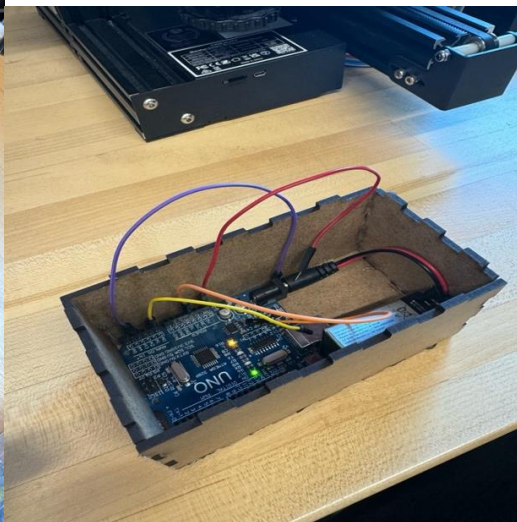
- Penser l'emplacement des boutons sur l'interface.

- Penser à faire des petits trous pour que les capteurs puissent capter les données exactes de la pièce.
- Les indications près des LEDs pourraient être plus lisibles afin que même de loin ou avec des problèmes de vue, les utilisateurs puissent les voir.
- Le découpe laser bien qu'offrant une esthétique remarquable nous donne une boîte peu solide. Il faudra donc une colle plus résistante ou un matériau plus solide pour le prototype final.

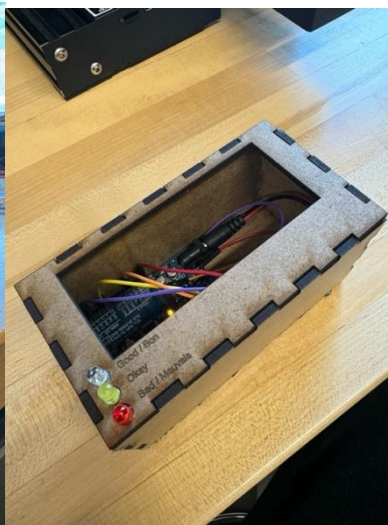
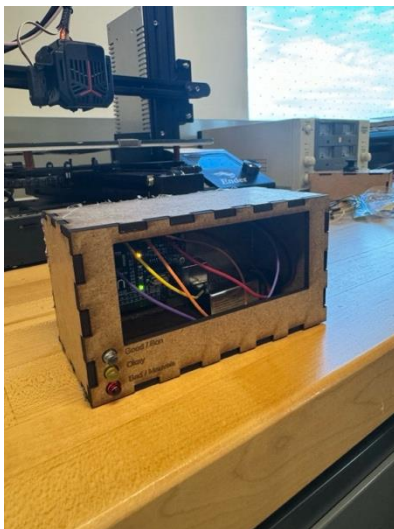
- **Images des résultats**



Arduino + batterie dans la boîte



Arduino + batterie + câbles dans la boîte



Arduino + batterie + câbles + LEDs dans la boîte

Recueillement des rétroactions utilisateurs / clients

Dans le cadre cette étude, nous avons récolté auprès de potentiels utilisateurs, les avis et les opinions différents quant au prototype 2, version moyennement fidèle au dispositif final. Les rétroactions de ce public serviront au perfectionnement des prototypes réalisés jusqu'à atteindre notre objectif de base qui est d'améliorer le bien-être des utilisateurs de SPC.

Pour distinguer les différents utilisateurs, nous avons scindé le grand public en deux catégories, les " Inca " c'est-à-dire les ingénieurs qualifiés et les " Utila " les utilisateurs ou clients lambdas.

Pour les **Inca** :

"Je suis contente de votre projet. Il me semble bien réussi. Je ne sais pas si vous avez eu la possibilité d'ajouter une sorte d'alarme tel que si la température est très élevée, cela alerte les gens etc...

Mais sinon kudos à votre projet.

Merci ".

Pour les **Utila** :

" Je trouve votre dispositif impressionnant, je pourrais l'utiliser chez moi. Je trouve ça *cute* que ce soit petit. Cependant j'aime moins la texture bois. Félicitations ".

IV- Mise à jour des variables du dispositif

Durant cette semaine, notre équipe a fait seulement un changement concernant les spécifications cibles :

Les dimensions de notre dispositif seront désormais plus grandes afin de faciliter l'utilisation et la manipulation. On passe donc d'un petit volume ($<250\text{ cm}^3$) à un volume plus grand ($<500\text{ cm}^3$)

Nos critères de conception, la nomenclature des matériaux (NDM) et le tableau des prototypes et tests sont les mêmes que ceux de la semaine dernière.

V- Plan d'essai détaillé prototype 3

Le prototype 3 vise à évaluer l'assemblage final du système électrique, en particulier la solidité des soudures et la durabilité de la boîte. Ce plan d'essai comprend les objectifs, les critères d'arrêt, les mesures, la fidélité et la méthode d'évaluation.

Objectifs d'essai

1. Évaluation de la solidité des soudures

- **Date :** Du 12/11/2024 au 15/11/2024
- **Description :**
 - Assembler le système électrique avec les éléments sur, pour tester leur solidité.
 - Effectuer des mouvements et des secousses pour observer la résistance du circuit.
 - Effectuer une chute libre de 50 cm et vérifier l'état des soudures après l'impact.
- **Objectifs :**
 - Connaître la limite de solidité des soudures.
 - Identifier les risques de détachement des soudures et établir des mesures pour les minimiser.

2. Évaluation de la durabilité de la boîte et des soudures

- **Date :** Du 18/11/2024 au 22/11/2024
- **Description :**
 - Tester la capacité des soudures à résister dans la boîte sous diverses contraintes.
 - Soumettre la boîte à des vibrations et à des impacts, y compris une chute libre de 2 mètres.
 - Ajouter des masses pour évaluer la solidité sous charge.
- **Objectifs :**
 - Déterminer les limites de durabilité de la boîte et des soudures, ainsi que le poids maximal supportable.

Critères d'arrêt

Solidité des soudures :

- Les soudures doivent rester intactes et fonctionnelles après chaque test de secousse et de chute.

- Absence de défaillance majeure ou de détachement après les tests de mouvements brusques.

Durabilité de la boîte :

- La boîte doit résister aux vibrations et à la chute de 2 mètres sans dommage structurel.
- Les soudures internes ne doivent pas se dessouder ou se fragiliser après ajout de charges variées.

Mesures et fidélité

Fidélité élevée :

- Ce prototype final est conçu pour simuler le produit final en termes de solidité et de durabilité. Chaque composant est testé dans des conditions proches des contraintes réelles auxquelles le produit sera soumis en utilisation.

Méthode de test

1. Test de secousse et de chute pour les soudures :

- a. Date : 14/11/2024 au 15/11/2024
- b. Description :
 - i. Soumettre le système soudé à des mouvements brusques et une chute libre de 50 cm.
 - ii. Observer et documenter toute altération ou défaillance des soudures.

2. Test de durabilité de la boîte :

- a. Date : 20/11/2024 au 22/11/2024
- b. Description :
 - i. Soumettre la boîte à des vibrations et impacts tout en augmentant les charges internes.
 - ii. Faire chuter la boîte de 2 mètres pour évaluer les dommages potentiels.

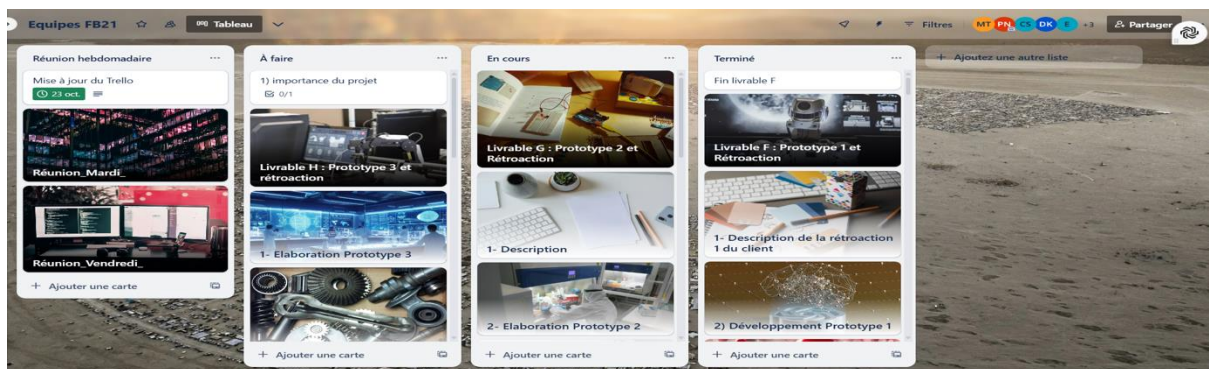
Rapport final et analyse des résultats

- Compiler les données sur la solidité des soudures et la durabilité de la boîte.
- Documenter les points forts et les faiblesses observés durant les tests.
- Proposer des ajustements et des recommandations pour les étapes finales de production.

Conclusion

Dans ce document nous avons présenté le deuxième prototype du projet de développement du dispositif d'indication de température et de qualité d'air. La prochaine étape sera de développer et monter le troisième prototype, continuant sur notre concept visé. La complétion du système électrique, d'affichage et d'opération ainsi qu'un boîtier modifier, tous en considérant les fautes et amélioration identifier par le premier prototype afin qu'il puisse accommoder aux attentes du client de Service Partagé Canada.

Capture d'écran Trello



Lien Trello : [Equipes FB21 | Trello](#)