



Livrable F

Prototype 1 et rétroaction

Professeur : Emmanuel Bouendeu

Présenté par *Equipe FB21* :

Caleb Scalabrini

Daniella Kibuya Kavunga

Emerick Aboki

Marc Eliezer Tsongo

Paulina Gloire Nanema

Le 2 novembre 2024

Introduction	4
i.1 Description de la rétroaction 1 du client	4
i.1.1 Écran contrôlable avec touches:	5
i.1.2 Pas d'assistance vocale :	5
i.1.3 Prototype final combinant les concepts 1 et 2:	5
i.1.4 Suppression de l'option "Reset"	5
i.1.5 Affichage bilingue :	5
i.2 Développement du prototype 1	5
i.2.1 Prototype #1: Système physique	5
i.2.2 Prototype #1: système d'affichage, d'opération et électrique.....	8
i.3 Analyse simple de composante ou du système critique	10
i.3.1 Système d'affichage	10
i.3.2 Système d'opération	10
i.3.3 Système électrique	11
i.4 Documentation	11
i.4.1 Prototype 1 : Système physique.....	11
i.4.2 Prototype 1 : Système d'affichage, d'opération et électrique	14
i.5 Recueillement de rétroaction utilisateur / client	19
i.6 Mise à jour des variables du dispositif.....	19
i.6.1 Critères de conception.....	20
i.6.2 Spécifications cibles	20
i.6.3 Conception détaillée	22
i.6.4 Nomenclature des matériaux (NDM)	23
i.6.5 Plan de prototypage et d'essai	25
i.7 Plan d'essai détaillé Prototype 2	28
i.7.1 Objectifs d'essai:	28
i.7.1.1 Évaluation de la performance électrique du système : 6/11/2024.....	28
i.7.1.2 Vérification des composants individuels :	28
i.7.1.3 Analyse de la précision des données :	28
i.7.1.4 Test de la stabilité du système sur une période prolongée :	29
i.7.1.5 Évaluation de la compatibilité et de l'intégration des composants :	29

i.7.2	Critères d'arrêt :	29
i.7.2.1	Fonctionnement stable du système électrique : 6/11/2024	29
i.7.2.2	Précision des données recueillies :	29
i.7.2.3	Affichage et réaction des composants :	29
i.7.2.4	Aucune défaillance majeure :	29
i.7.3	Mesures et fidélité :	29
i.7.3.1	Évaluation de la précision des capteurs :	29
i.7.3.2	Réactivité du système :	29
i.7.3.3	Simplicité et ergonomie de l'utilisation :	30
i.7.3.4	Coût et efficacité de développement :	30
i.7.3.5	Justification de la fidélité moyenne :	30
i.8	Méthode de test :	30
i.8.1.1	Test de charge prolongée (24-72 heures) : 6/11/2024	30
i.8.1.2	Test de précision des capteurs :	30
i.8.1.3	Test d'affichage et de réactivité :	30
i.8.1.4	Compatibilité des composants :	30
i.8.1.5	Rapport final et analyse des résultats :	31
Conclusion		31
Capture d'écran Trello :		31

Introduction

Concevoir un objet demande un travail méticuleux d'analyses et de prises de décisions éclairées aboutissant à un système performant et satisfaisant au vu de la demande. Dans le cadre de cette étude, il est du devoir de l'ingénieur de générer des potentiels systèmes, des prototypes, et de les tester afin de peaufiner la solution finale. C'est ainsi qu'inspiré des avis clients, dans ce document est présenté le prototype 1, le premier modèle conçu par notre équipe d'ingénieur, en réponse à la demande de l'entreprise Service Partagé Canada. Pour rappel, il est question d'améliorer le bien-être des employés grâce à un dispositif d'indication de température et de qualité d'air dans les locaux de l'entreprise.

Pour se faire nous aborderons les points suivants : La description de la rétroaction 1 du client, le développement du prototype 1 où est documenté en long et en large le processus de conception du prototype, l'analyse simple des composantes ou du système critique, la documentation du plan d'essai de prototypage 1, les rétroactions clients-utilisateurs, la mise à jour des variables du dispositif, le plan d'essai détaillé du prototype 2 et la conclusion.

i.1 Description de la rétroaction 1 du client

Rétroaction => Action => Réaction.

Lors de la rencontre avec les clients, des retours concernant nos prototypes nous ont fait. Voici les rétroactions, les retours des clients reçues lors de la rencontre.

- . Préférence par rapport à un écran contrôlable avec touches à la place d'un écran tactile afin de permettre une utilisation simpliste et intuitive.

- . Proposition de l'absence d'une assistance vocale dans le système afin d'éviter les nuisances sonores.

- . Proposition d'un prototype final complet combinant les concept 1 et 2 imaginés par notre équipe.

- . Suppression de l'option Reset permettant de pouvoir afficher les composantes de la température précédemment enregistrée au cours de la dernière utilisation.

- . Mise en relief d'un système d'affichage bilingue convenant donc à tous les utilisateurs.

Voici quelques actions et réactions développées par notre équipe pour éclairer les choix de conception et pour améliorer la solution finale grâce à la rétroaction client.

i.1.1 Écran contrôlable avec touches:

- Choix de conception : Sélectionner des composants matériels adaptés pour un écran avec touches physiques.
- Amélioration : Assurer une meilleure durabilité et une utilisation plus intuitive pour les utilisateurs qui préfèrent les boutons physiques.

i.1.2 Pas d'assistance vocale :

- Choix de conception : Simplifier l'interface utilisateur en supprimant les fonctionnalités d'assistance vocale.
- Amélioration : Réduire les coûts de développement et éviter les complications liées à la reconnaissance vocale.

i.1.3 Prototype final combinant les concepts 1 et 2:

- Choix de conception : Intégrer les éléments les plus appréciés des deux concepts pour créer un prototype plus robuste et fonctionnel.
- Amélioration : Offrir une solution plus complète et équilibrée qui répond mieux aux besoins des utilisateurs.

i.1.4 Suppression de l'option "Reset"

- Choix de conception : Modifier le logiciel pour conserver les données de température précédemment enregistrées.
- Amélioration : Améliorer l'expérience utilisateur en permettant un accès facile aux données historiques.

i.1.5 Affichage bilingue :

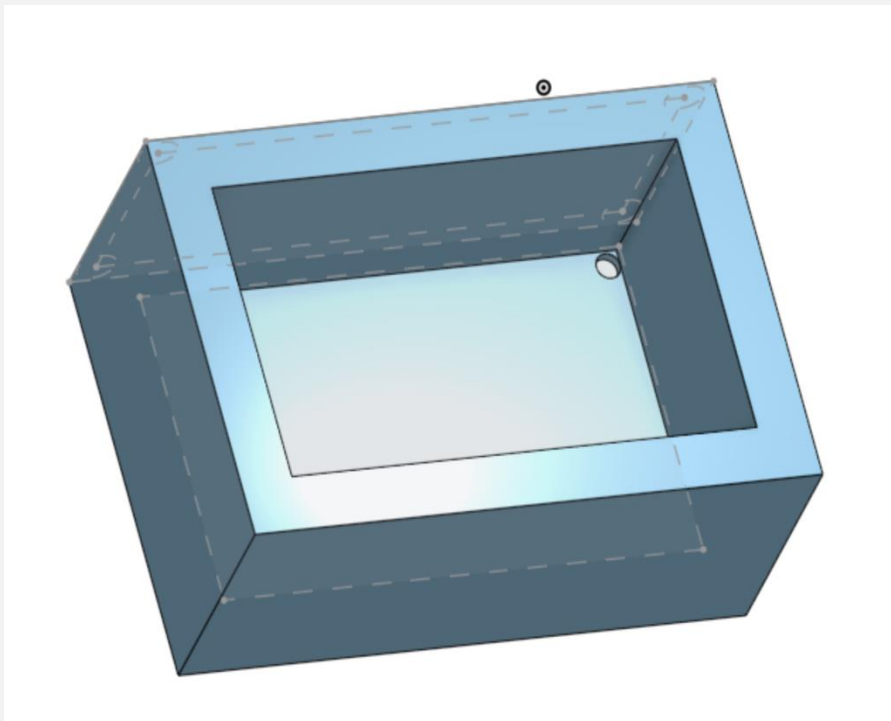
- Choix de conception : Développer une interface utilisateur qui supporte les deux langues officielles.
- Amélioration : Rendre le produit accessible et facile à utiliser.

i.2 Développement du prototype 1

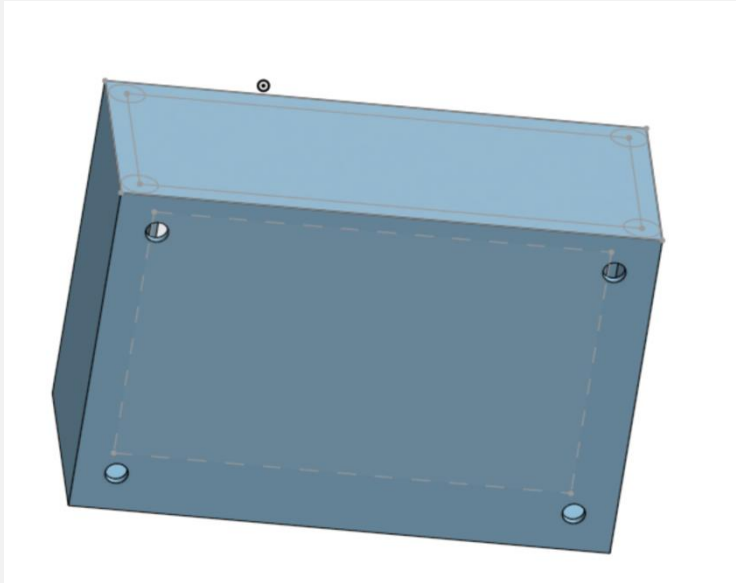
i.2.1 Prototype #1: Système physique



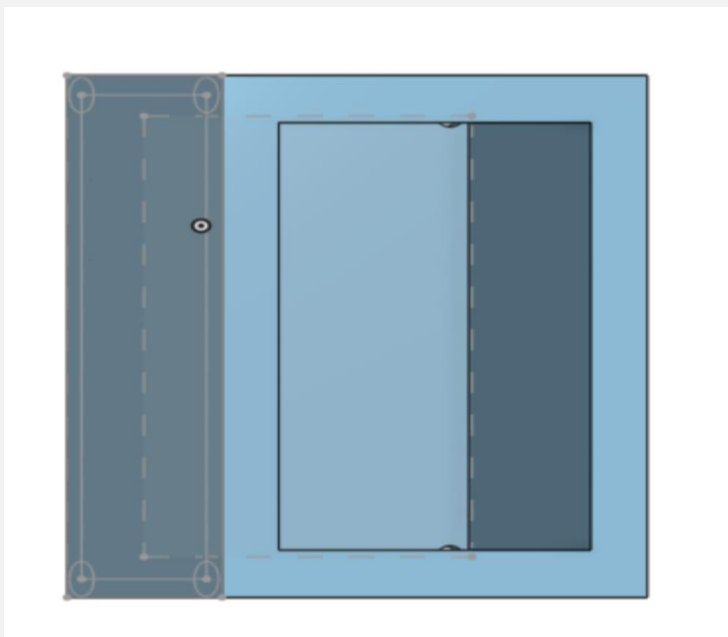
Photo du boîtier en carton



Vue de haut de la modélisation Onshape du boîtier



Vue de l'arrière du boîtier comportant des trous de refroidissement des composants électriques.



Vue verticale du boîtier

- Qu'est-ce que ce prototype ?

Ce prototype est une faible représentation physique de notre dispositif. Il a été conçu avec du carton et de la colle. C'est une boîte en forme de parallélépipède capable de contenir un Arduino Uno avec tous les éléments du circuit en plus de la batterie de 9V et de l'écran LCD 4x20.

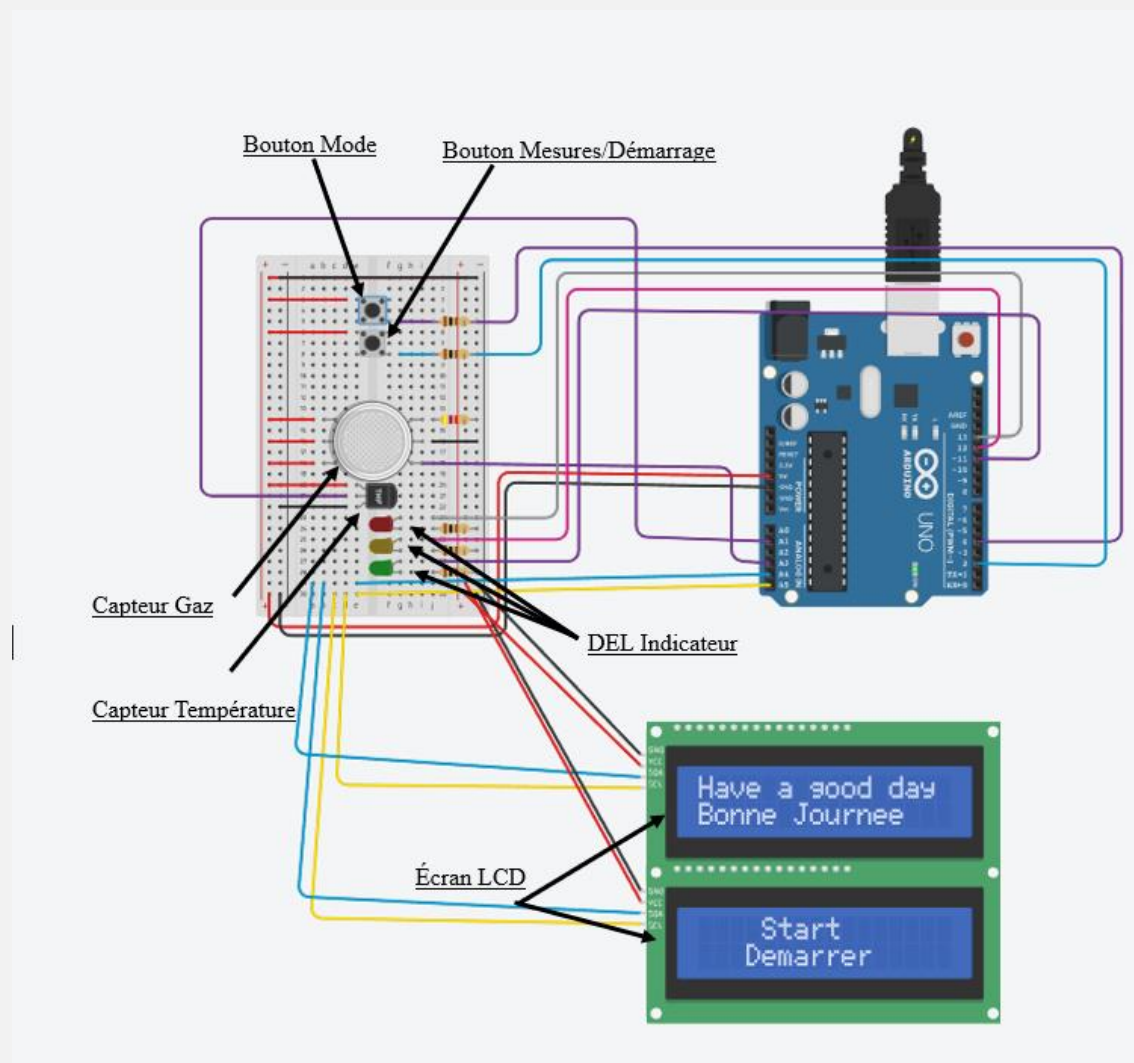
- Quand est ce que le prototype #1 a été construit et testé ?

Ce prototype a été construit le vendredi 1er novembre entre 14h et 16h. Il a été testé ce même jour entre 16h et 17h.

- Pourquoi ce prototype ?

Ce prototype nous a permis de connaître les dimensions qui correspondent à celles de notre dispositif. En effet, nous désirions nous assurer que les autres systèmes pourraient être contenus dans la boîte. Aussi, ce prototype nous permet de connaître le rendu du dispositif final, ce qui donnerait déjà une évaluation sur l'esthétique.

i.2.2 Prototype #1: système d'affichage, d'opération et électrique



- Qu'est-ce que ce prototype ?

Ce prototype #1 est une simulation des circuits Arduino critiques, électrique, d'opération et d'affichage. Cette simulation est produite avec le programme TinkerCAD qui nous laisse approximer les pièces et le code qui sera requise pour le système. On doit présenter une approximation car TinkerCAD est limité a seulement certaines pièces déjà implémenter dans le programme. En autre mots les capteurs et écran exacte qu'on va utiliser ne sont pas disponible avec TinkerCAD, donc il faut faire des approximations et des substitutions de pièces. Le capteur de température est remplacé par le TMP36, le capteur de gaz aussi est remplacé et l'écran LCD 4x20 n'existe pas non plus est remplacé pour 2 écrans LCD 2x16 afin de reproduire les conditions de 4 lignes de texte.

Les composantes électriques et d'affichage qui seront mise en simulations incluent les boutons, résistances, écrans LCD, câbles, capteur de température, capteur de gaz, DEL indicateur et l'Arduino lui-même. Le tout est simuler sur une plaque montage expérimentale afin de pouvoirs avoir un modèle non-physique qui vas nous guider lors des prochains prototypes qui seront avec les pièces physiques.

La partie d'opération (Codes) contient toutes les fonctions requises mais approximer pour les pièces possibles dans TinkerCAD. Ceci inclus les lectures et calculs de température et gaz ainsi que leur affichages LCD et DEL, messages personnaliser bilingue, la fonction de veille et le changement de modes.

- Quand est ce que le prototype #1 a été construit et testé ?

Ce prototype #1 as été construite durant la semaine du 28 octobre et finis le 2 novembre. Ceci inclue ainsi les tests qui ont été fait afin de confirmer la fonctionnalité du 1er prototype.

- Pourquoi ce prototype ?

Un prototype de type analytique ciblé en forme de simulations du circuit électrique nous laisse analyser plusieurs aspects. Premièrement la faisabilité des fonctions ciblé peuvent être analyser, savoir s'ils sont faisables fais en sorte qu'on est informé sur ce qui est possible et ce qui n'est pas possible ainsi de comment les gérer. Deuxièmement ce prototype peut et vas servir comme base pour le prototype #2 qui sera une version physique avec les pièces exactes. Le codes d'opération ainsi que le circuit sur la plaque vas agir comme base de données de références pour les prochains prototypes. En lien avec le point précédent cette sorte de prototype nous forces à explorer en profondeur le fonctionnement des parties et le code qui suis, ceci n'éclaircis pas seulement les prochains prototypes mais aussi nos connaissances

personnelles. Finalement le but général de ce prototype est afin de confirmer la faisabilité, le l'idée de fonctionnement et mesurer la complexité des système critiques.

https://www.tinkercad.com/things/cxoZPJ0gDs0-gng1503-air-quality-and-temperature?sharecode=4uUsZFFX1n701rM_mlmF0z8mPHGJOeTM08nZCR6l_w4

i.3 Analyse simple de composante ou du système critique

i.3.1 Système d'affichage

- Affichage de la température : L'utilisation de capteurs de température précis et performants pour mesurer et afficher la température en temps réel. Les données sont présentées de façon explicites et claires.
- Affichage de la qualité de l'air : L'implantation de capteurs pour essentiellement mesurer les composantes de l'air (comme les particules fines, le CO₂, etc.) et afficher ces informations en g/m³ ou ppm.
- Affichage de l'humidité : Les capteurs d'humidité implantés pour mesurer et afficher le pourcentage d'humidité dans l'air crucial pour l'interprétation de la qualité de l'air.
- Retour client : Intégration du menu bilingue (Anglais, Français) sur l'affichage écran LCD.
- Commandes intuitives : Ecran LCD muni de boutons pour une interaction facile avec le prototype.
- Combo Écran LCD + DEL coloré : Utilisation d'un écran LCD combiné avec des DEL colorées pour une meilleure visualisation des données.
- Messages personnalisés : Apparition de messages personnalisés pour guider l'utilisateur dans l'utilisation du système.

i.3.2 Système d'opération

- Stockage et utilisation des données en temps réel : Capacité de stocker les données collectées pour une analyse ultérieure. Par conséquent, inclusion d'une mémoire interne.
- Batterie : Le dispositif muni d'une batterie améliorant le rendement sur le long terme.
- Ergonomie : Design compact et léger, compatible à l'environnement de travail de service partagé Canada.

- Play Button : Bouton de démarrage pour lancer la collecte des données. Calcul de la moyenne des données : Capacité de calculer la moyenne des données ENR ER enregistrées sur une période définie.
- Mode veille : Passage en mode veille après 2 à 5 minutes d'inactivité pour économiser l'énergie.

i.3.3 Système électrique

- Consommation d'énergie : Le dispositif doit être conçu pour consommer le moins d'énergie possible tout en maintenant des performances optimales.
- Matériaux : Utilisation de plastique pour le boîtier, ce qui permet de réduire le poids et les coûts tout en assurant une bonne durabilité.
- Arduino Uno : Utilisation d'une carte Arduino Uno pour le contrôle et le traitement des données des capteurs.

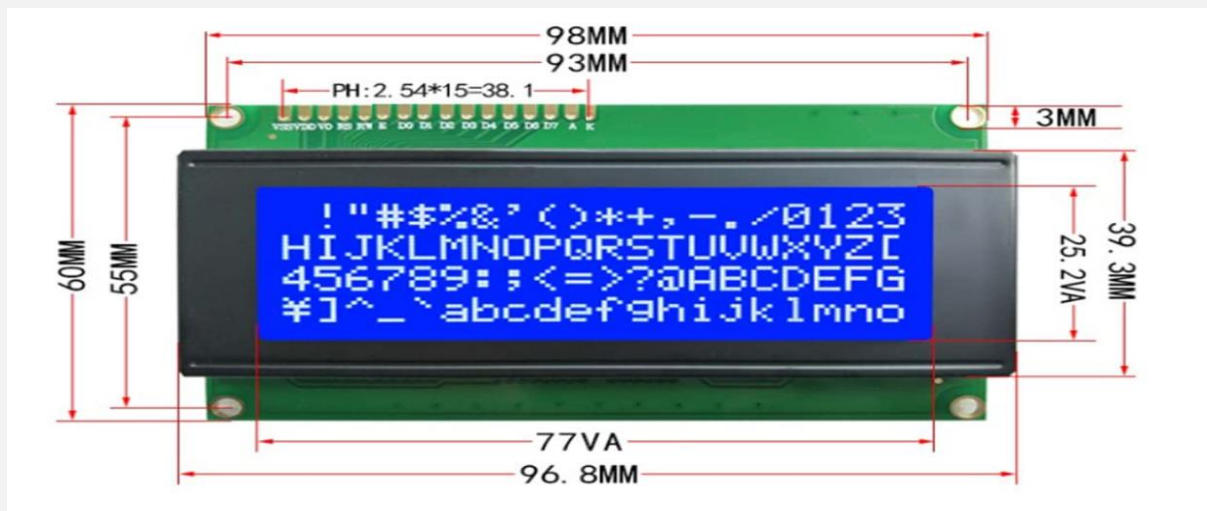
i.4 Documentation

i.4.1 Prototype 1 : Système physique

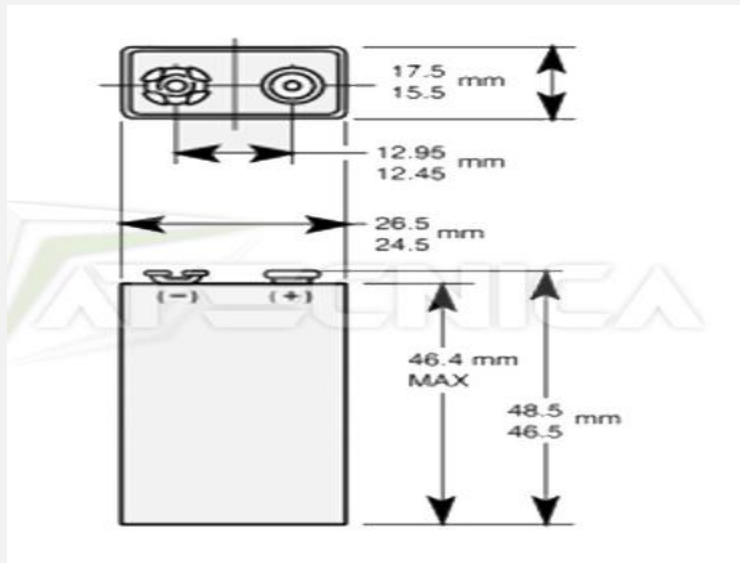
Ce système est un parallélépipède de 248 cm³ de volume dont la longueur est L=10cm, la largeur l=6.2cm et la hauteur h=4cm.

Pour connaître ces dimensions, nous avons évalué les dimensions de chaque composantes :

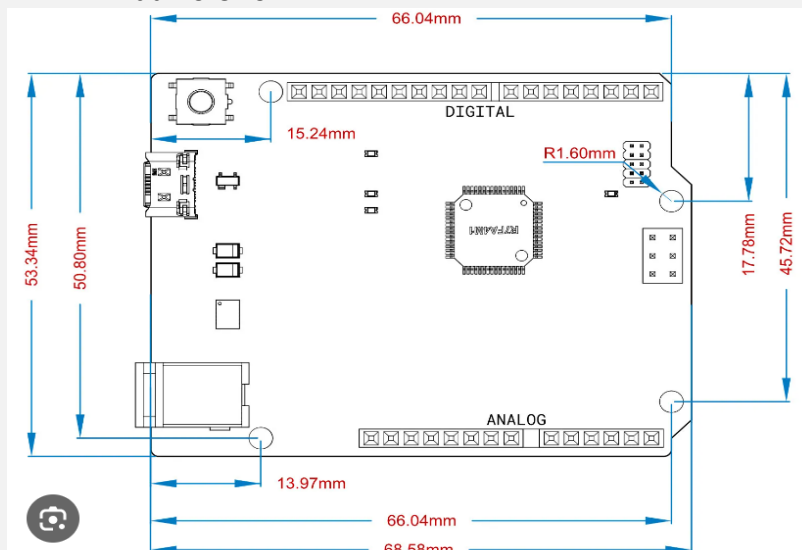
- L'écran 4 x 20



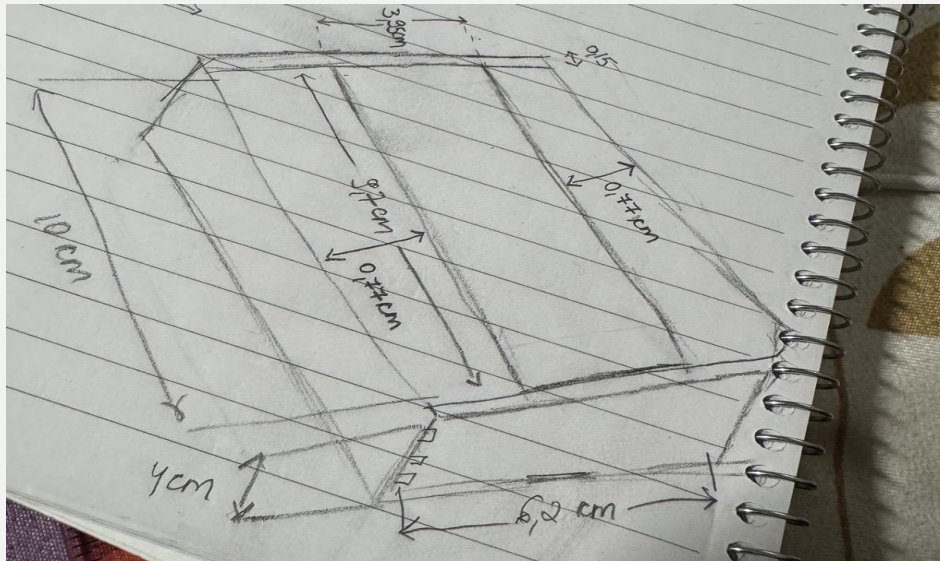
- La batterie de 9 V



- Arduino Uno



En tenant compte des dimensions des éléments ci-hauts, nous avons estimé les dimensions de notre dispositif et avons réalisé une esquisse :



Et en fin de compte, nous avons pu construire le système physique du prototype 1, respectant les dimensions prédéfinies :



Comme tests, nous avons introduit les éléments que nous avons à notre disposition au Makerspace. Ce sont entre-autres ; l'Arduino UNO avec des résistances et quelques fils de connexions.

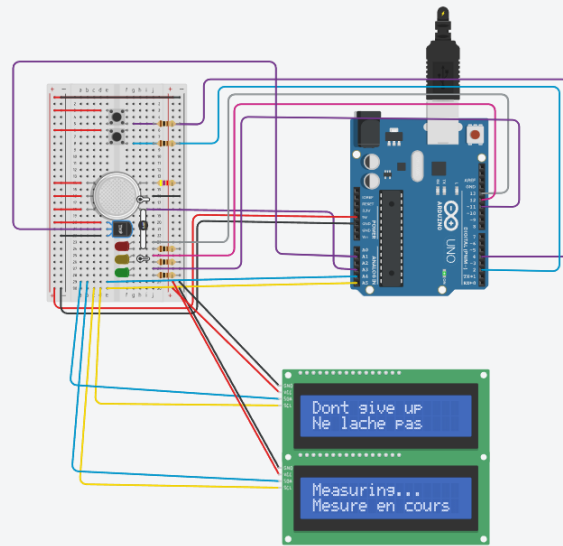
Comme analyse, nous pouvons dire que ce prototype satisfait le critère de conception qu'est le volume ($<250\text{ cm}^3$). Cependant, nous réalisons que nos mesures sont un peu trop justes/limites et pourraient causer problèmes lors de la conception finale. Ainsi, nous réajusterons les dimensions avec une plus grande marge pour limiter les défaillances du système et pour une esthétique plus attrayante.

i.4.2 Prototype 1 : Système d'affichage, d'opération et électrique

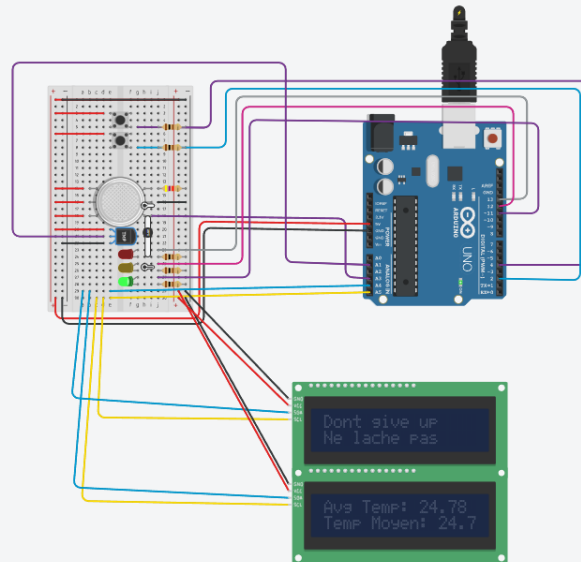
- Résultats du Prototype #1 : Simulation TinkerCAD :

Les systèmes approximés avec TinkerCAD démontrent que les fonctions planifiées du système électrique, d'opérations et d'affichage sont entièrement faisable. En commençant le système on peut voir qu'il nous donne les messages en bilingue. Lorsque l'opérateur appuie sur le bouton démarrage le système prend fait la lecture des données de température et gaz pour 10s et trouve la moyenne et l'affiche.

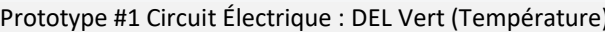
- ✓ **DEL** : Le système de DEL fonctionne sans problème et les paramètres de leur affichage sont bien modifiable dans le code afin de pouvoir accommoder mieux pour leur espace. Cependant pour le test les paramètres de température sont Rouge pour plus grand ou égale à 30 degré, jaune entre 26-29 degré et vert entre 20-25 degré. Comme test les capteurs ont été régler trois fois à prendre les valeurs constantes d'environ 35, 27, 25 degré et les DEL ont allumé respectivement Rouge, Jaune et Vert. Le même principe a été mise en place pour le capteur de gaz avec rouge est 70+, jaune est 50-70 et vert est maximum 49. Donc en changeant la distance du gaz aux capteurs donc ça concentrations les DEL changeait respectivement d'un max de 95.00 (Rouge) et un minimum de 40.00 (Vert).
- ✓ **Affichage Bilingue et Messages personnalisés** : La fonction bilingue fonctionne bien et affiche toujours la versions française et anglaise des messages personnalisés, mesures et entre texte. Les messages personnalisés sont contrôlés avec un tableau et une loterie qui peut choisir aléatoire le message. Pour ce Prototype il y a seulement 5 différent messages dans les deux langues. Mais a la possibilité d'ajouté n'importe autre montant de messages.
- ✓ **Fonctions des boutons** : Le bouton "démarrage" commence la mesure des composantes qui est ajustée pour ce test et prend 10 secondes pour se faire. Le bouton "mode" distingue les différentes valeurs de température et gaz. Les deux boutons peuvent être appuyer afin de réallumer l'écran après une veille qui se passe après 30 secondes d'inactivité des boutons (Pour ce prototype).

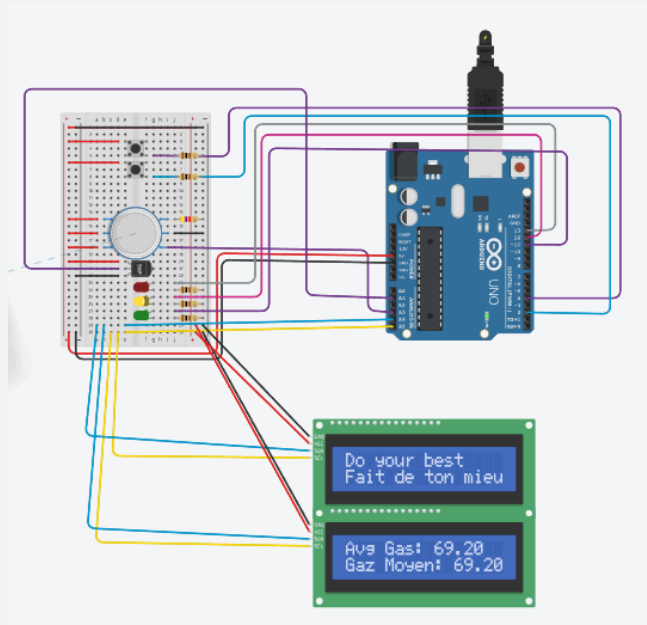


Prototype #1 Circuit : Écran base.

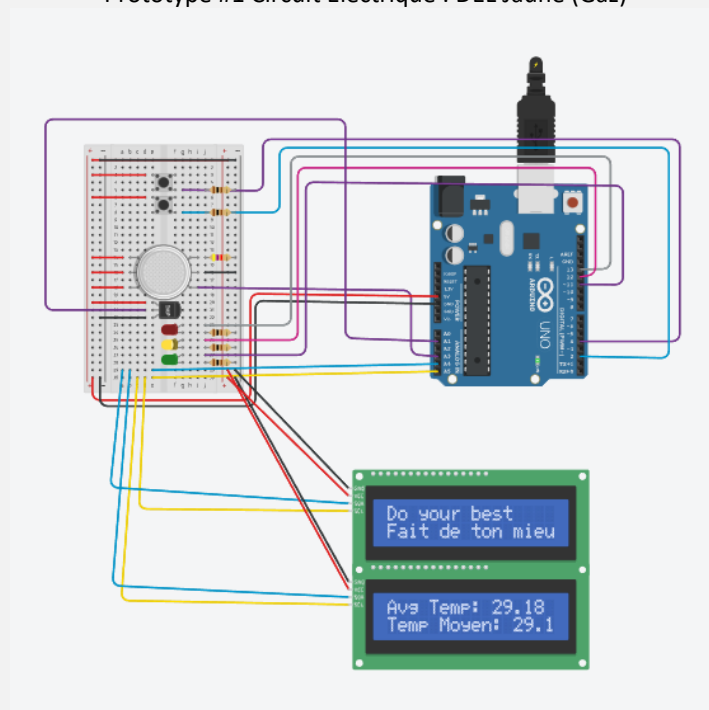


Prototype #1 Circuit Électrique : Mode Veille.

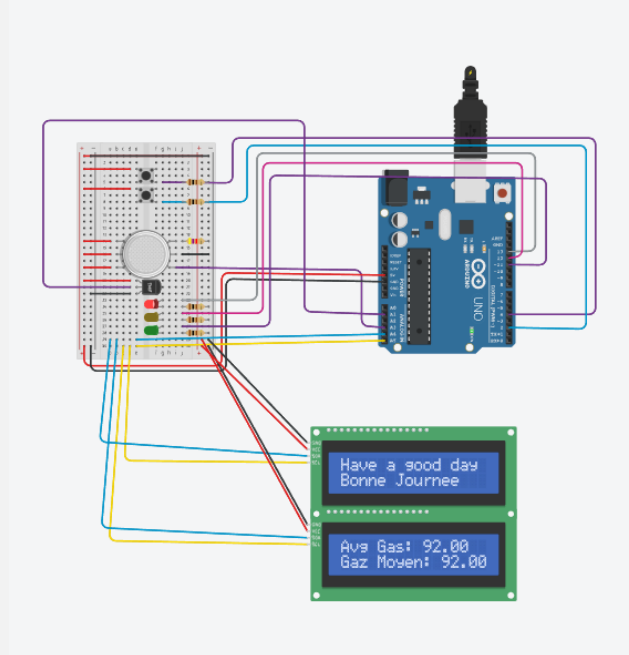




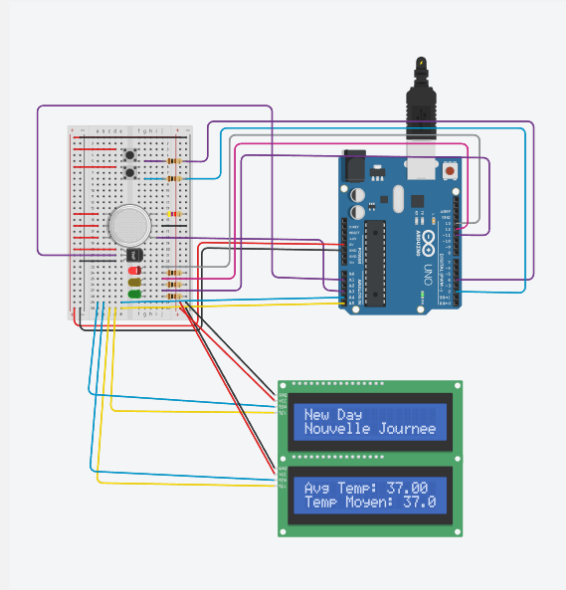
Prototype #1 Circuit Électrique : DEL Jaune (Gaz)



Prototype #1 Circuit Électrique : DEL Jaune (Température)



Prototype #1 Circuit Électrique : DEL Rouge (Gaz)



Prototype #1 Circuit Électrique : DEL Rouge (Température)

i.5 Recueillement de rétroaction utilisateur / client

Une fois le prototype 1 créé des rétroactions ont été recueillies afin de connaître les avis et les opinions de potentiels utilisateurs-clients. Les personnes ayant contribué à ces rétroactions ont été regroupées en deux groupes de persona différents : Les “Inca”, c’est-à-dire les ingénieurs qualifiés et les “Utila”, c’est-à-dire les utilisateurs ou clients lambdas.

Provenant des **Inca**, voici la rétroaction obtenue :

“ Je pense que le projet a été bien exécuté. J'aime beaucoup le fait que vous ayez un code modifiable, avec les indicateurs Rouge, vert, Jaune pour indiquer les marges respectives de température. Ajouter à cela, j'aime le fait que ce soit bilingue aussi. Je ne sais pas est-ce possible d'ajouter dans le code, un système tel que si le gaz arrive un niveau, cela donne une alarme ? Pense un peu au système d'incendie dans les maisons. Tous ces senseurs c'est pratiquement le même système.

Très bon projet en gros !

Bravo ! ”

Quant aux **Utila**, voici les rétroactions obtenues :

“Le design esthétique de la tablette en couleur bois est bien pensé, il rajoute une touche naturelle liée à la température, et peut s’intégrer facilement dans différents environnements de travail, il sera également agréable à regarder. Cependant, il serait bénéfique d’explorer l’ajout de messages plus variés et dynamiques pour adapter l’expérience utilisateur aux préférences personnelles.”

“Le message affiché, comme « Hello There/Allô », est une belle initiative pour apporter une touche de convivialité quotidienne, du fait qu’il est bénéfique pour renforcer l’engagement avec le dispositif. Mais il serait intéressant de personnaliser les messages uniquement en fonction de la qualité de l’air ou de la température. Ex ; « Tout va bien ! » quand l’air est optimal, ou « Pensez à aérer la pièce ! » lorsque l’air se dégrade. Cela rendrait l’option texte plus utile tout en conservant une expérience agréable et accessible.”

i.6 Mise à jour des variables du dispositif

Pour rappel, notre énoncé de problème est le suivant :

Les travailleurs de Services Partagés Canada ont besoin d’un dispositif déplaçable et fixable au mur, pas encombrant, facile à utiliser qui serait capable de mesurer la température en temps réel d’une zone spécifique tout en indiquant les composantes et la qualité de l’air afin de les guider dans des zones de travaux qui accommodent leurs besoins.

Depuis le début de notre travail sur le dispositif de qualité d'air et de température, nous avons fait plusieurs modifications que nous mettrons à jour dans cette section.

i.6.1 Critères de conception

Pour les critères de conception priorisés par rapport aux besoins de notre client, nous avons modifié deux données.

- Adaptabilité : Après avoir discuté avec le client, nous avons jugé que l'adaptabilité était un critère très désirable (4) et non, bien mais pas nécessaire (3)
- Rapidité : Nous avons réalisé que dans le cadre professionnel, le temps est très important. Ce critère est donc passé de bien mais pas nécessaire (3) à très désirable (4)

Le tableau actualisé est le suivant :

#	Besoins	Critères de conception	Priorité
1	Déplaçable ou fixe au besoin	Adaptabilité	4
2	Indique le niveau de pollution d'air	Affiche les composantes de l'air (g/m ³)	5
3	Indique l'état de l'air	Affichage de l'humidité (%)	5
4	Indique la température	Mesure la température (°C)	5
5	Facilement utilisable	Utilisabilité	4
6	Ne fais pas perdre le temps	Rapidité (ms)	4
7	Réutilisable	Batterie rechargeable	4
8	Conception pas trop cher	Coût abordable (CAD \$)	3
9	Non-encombrant	Petit volume (cm ³)	4
10	Selon les normes de l'Union Européenne	Respect des normes Européennes	5
11	Léger	Poids (g)	4
Légende : 5-Critique, 4-Très désirable, 3- Bien mais pas nécessaire, 2- Pas important, 1-Indésirable			

i.6.2 Spécifications cibles

Après la rencontre 2 et des discussions avec les TA, nous a jugé utile de retirer certains détails de nos spécifications cibles. Ce sont :

- Stockage et mise à jour : Le stockage d'anciennes données est inutile puisque le client désire une actualisation à chaque démarrage.

- Assistance vocale : Selon les dires de notre “La présence d’un signal vocal augmenterait le bruit et la distraction dans nos bureaux”
- Batterie rechargeable : Après avoir considéré les restrictions budgétaires, nous avons opter pour une simple batterie de 9V non rechargeable.

Aussi certaines lignes ont été ajouté à notre tableau de spécifications cibles parmi lesquelles :

- Écran contrôlable avec des boutons : Le client a préféré un écran non tactile facile à manipuler avec des boutons simples
- Mise en veille de l’écran : pour économiser de l’énergie, l’option de mise en veille a été préférable.
- Esthétique : nous n’avions pas mentionné l’esthétique mais notre client voudrait un concept simple, élégant et professionnel
- Message bilingue d’encouragement : Le client aimerait beaucoup des mots d’encouragements renouvelés à chaque démarrage.

	Critère de conception	Relation (=, <, >)	Valeur	Unité	Méthode de vérification
Exigences Fonctionnelles					
1.	Affichage Température	=	Oui	°C	Tests
2.	Affichage Qualité d’air	=	Oui	g/m ³ (ppm)	Tests
3.	Affichage Humidité	=	Oui	%	Tests
4.	Conseils Utilisateur	=	Oui	N/A	Tests
5.	Commandes intuitives	=	Oui	N/A	Tests
Exigences Non-Fonctionnelles					
6.	Dimensions	<	250 /662.3	cm ³	Estimé
7.	Stockage et mise à jour	=	Oui	N/A	Analyse
8.	Montage mur, planché etc.	=	Oui	N/A	Test Finale
9.	Temps de réponse	=	Instantané	ms	Analyse
10.	Précisions des signaux	<=	Oui	N/A	Analyse
11.	Mesure ajustable	=	Oui	N/A	Tests
12.	Batterie Rechargeable	=	Oui	N/A	Tests
	Batterie non-rechargeable	=	9	V	Tests
13.	Consommation d’énergie	=	Efficace	Ah	Analyse
14.	Matériel	=	Plastique/b ois ou MDF	N/A	Test Finale
15.	Assistance Vocale	=	Oui	N/A	Tests
	Mise en veille d’écran	=	Oui	N/A	Tests
	Écran contrôlable avec des boutons	=	Oui	N/A	Tests

	Esthétique professionnel	=	utilisateur	7/10	Sondage
	Message d'encouragement	=	Bilingue	N/A	Tests
Contraintes					
16.	Coût	<=	75	Cad \$	Estimé
17.	Poids	<	200	g	Estimé
18.	Dimensions	<	250	cm ³	Estimé
19.	Respect des normes	=	Oui	N/A	Analyse
20.	Ergonomie	=	Oui	N/A	Tests

i.6.3 Conception détaillée

Notre conception détaillée n'a pas subi d'énormes changements, Les modifications apportées sont les suivantes :

- Ne pas inclure un système de bip car tout comme l'assistance vocale, il est source de distraction et d'irritation.
- Utiliser une batterie simple de 9V, plutôt qu'une batterie rechargeable

LCD (3.5 pouces) offre une visualisation claire et en temps réel des données mesurées.

- L'intégration avec Arduino est simple, et les bibliothèques comme Adafruit_GFX et Adafruit_TFTLCD X pourront faciliter l'affichage.

Capteur de qualité de l'air ; MQ135 : Il est connecté à l'une des broches analogiques de l'Arduino (ex, la broche A0), et les valeurs lues peuvent être analysées pour déterminer si l'air est "bon", "modéré", ou "toxique" en fonction des seuils prédéfinis.

Sur la partie supérieure du produit, une zone sera réservée aux capteurs, afin de les permettre de bien prendre les mesures.

Capteur de température ; DHT22 : Il est connecté à l'Arduino via une broche numérique (ex, le DHTPIN 2), et il est alimenté par la broche 5V. Il envoie des données à l'Arduino pour les afficher sur un écran LCD.

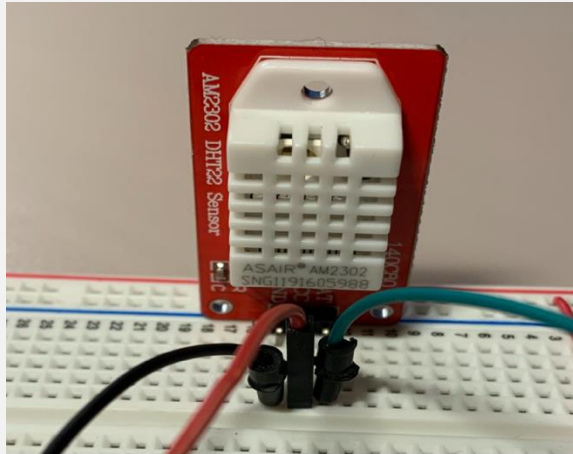
Des **buttons** serviront d'interface entre l'utilisateur et le produit.

Les **LEDs** s'allumeront en cas de changement d'une qualité optimale ou dégradée de l'air. Et ce via des codes bien prédéfinis. Ces LEDs seront sur la face basse du produit.

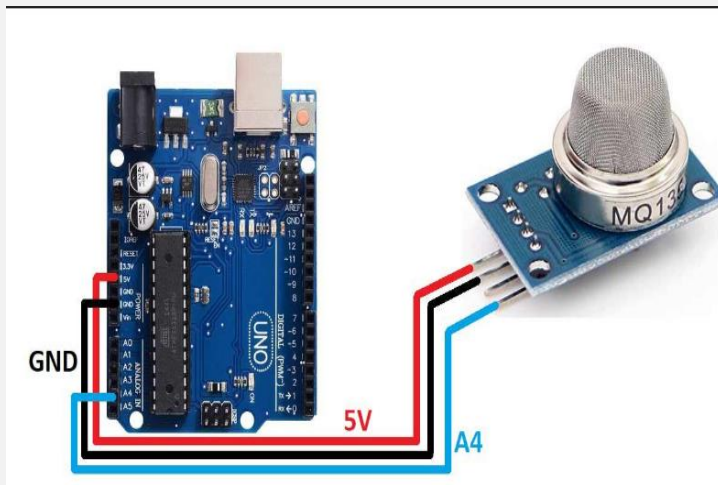
~~Un système BIP via haut-parleur est prévu pour le concept. Ce dernier s'activera également en cas de dégradation de la qualité de l'air.~~

Le produit est supporté par un **bras métallique**.

~~La batterie rechargeable est la source d'alimentation principale de l'Arduino~~



Circuit montage électrique avec le capteur DHT 22 avec Arduino



Circuit Montage électrique MQ135 avec Arduino

i.6.4 [Nomenclature des matériaux \(NDM\)](#)

Pour la conception de nos prototypes et du produit final, nous avons changé quelques données parmi nos matériaux de sorte que le coût total est passé de 96.25\$ à 78.15\$.

Ce sont entre autres :

- Batterie rechargeable : Étant donné qu'il s'agit d'un concept et que le budget est réduit, nous avons opté pour une batterie simple non-rechargeable qui coûte 4 fois moins chère.
- Convertisseur : Nous avons trouvé un meilleur prix dans une autre site.
- Le bois et le MDF ont été rajoutés pour le découpage Laser.

Nom de l'item	Description	Unité de mesure	Quantité	Coût unitaire	Coûts étendu	Liens
Batterie	9v	Unité	1	4.00\$	4.00\$	MakerStore
Convertisseur	9v – Branche Barril	Unité	1	1.80\$	1.80\$	4132 Kitronik Ltd. Battery Products DigiKey
Arduino Uno R3	Light Wiring Kit ; 1x Arduino Uno - 1x USB - Breadboard - 3x 220 Ohm Resistor - 1x 10k Ohm - 1 pack Male-Male Jumper Cables - 3x 5mm LEDs - 1x 5mm Photoresistor	Unité	1	20.00\$	20.00\$	MakerStore
Capteur Température & Humidité DHT22	Numérique	Unité	1	9.99\$	9.99\$	Capteur d'humidité/Température MakerLab
Capteur Qualité d'air MQ135	Numérique	Unité	1	7.99\$	7.99\$	MQ-135 Air Quality Sensor - X2 Robotics in Canada
Ecran LCD	20 x 4	Unité	1	14.58\$	14.58\$	WayinTop Module d'affichage LCD 20 x 4 2004 avec adaptateur d'interface série IIC/I2C/TWI (bleu/2004) : Amazon.ca: Électronique
Câbles de démarrage	Mâle et femelle 20cm noir/rouge	Unité	20 (10/pk)	1.00\$	2.0\$	MakerStore
Boutons	Système	Unité	2	0.5\$	1.0\$	https://makerstore.ca/shop/ols/products/

						micro-tactile-button-6mm
Carton	N/A	Unité		0\$	0\$	N/A
Résistance	220-1000	Ohms	3 ; 1 = 4	0.10\$-2.00\$	2.30\$	https://www.digikey.ca/en/products/category/resistors/2?s=N4IgTCBcDaIMIDECMAWAUgFTGADAJRAF0BfIA
Inkscape	Modelisation	N/A	1	0\$	0\$	N/A
OnShape	Modelisation	N/A	1	0\$	0\$	N/A
TinkerCAD	Simulation	N/A	1	0\$	0\$	N/A
Imprimante 3D	Impression	N/A	1	0\$	0\$	N/A
Coupe Laser	Découpage	N/A	1	0\$	0\$	N/A
Bois	Birch 1/8 (12in x12 in)	mm	1	3.00\$	3.00\$	Makerstore
Colle Liquide	Liquide / 75ml	Unité	1	0\$	0\$	N/A
Bâtonnets	Café / Bois	Unité	50	0\$	0\$	N/A
Montage Murale	Tige et connexion Imprimé 3D	Unité	1	0\$	0\$	N/A
Boitier Produit	Boitier 3D	Unité	1	0\$	0\$	N/A
MDF	¼ inch 12x24	Unité	1	3.50\$	3.50\$	MakerStore
Coût total du concept					78.15\$	

8

i.6.5 [Plan de prototypage et d'essai](#)

Notre plan d'essai et de prototypage avait été mal réalisé précédemment alors, nous avons décidé de l'actualiser dans les lignes suivantes :

Prototypes					Tests			
N°	Type	Objectif	Fidélité	Quand réaliser (Durée & Date)	Objectif	Méthode	Usage des résultats	Quand réaliser (Durée & Date)

1	Ciblé Physique # 1 (Boîtes en Cartons)	Taille du boîtier	Faible	3 heures 01/11/24	S'assurer d'avoir les bonnes dimensions (<250 cm ³)	Créations de plusieurs boîtes en carton afin de comparer aux pièces et vérifier les tailles.	Dimensionner la boîte pour l'impression de la boîte optimale en 3D.	1 heure 01/11/24
2	Analytique ciblé #1 (Test circuit de base)	Circuit électrique	Faible	8 heures 28/10/24-30/10/24	Interpréter et tester la faisabilité du circuit.	Simulation des circuits utilisant le logiciel Tinkercad	Savoir où placer chaque élément du circuit et faire les bonnes connexions	1 heure 02/11/24
3	Ciblé Physique #2 (Système Arduino sur breadboard)	Performance du système électrique.	Moyenne	2 heures 05/11/24	Etre sûre que les systèmes et ses parties fonctionnent comme prévu.	Surveiller le fonctionnement du système sur un certain laps de temps : - Voltages - Précisions - données	Savoir si le circuit est efficace pour une utilisation de longue durée	20 heures 05/11/24-07/11/24
4	Ciblé Physique #2 (Système Arduino et codages)	Performance du système d'opération	Moyenne	3 heures 05/11/24	Vérifier la fiabilité du système d'opération.	Présenter des entrées d'utilisateur imprévues possibles. (Ex : Appuyer un bouton à haute vitesse pour 1 minute)	Limiter les potentiels de défaillances du système opérationnel final	8 heures 05/11/24-06/11/24

5	Physique Complet Prototype #3 (Finale_ système électrique)	Assembler le système électrique avec les éléments soudés	Haute	10 heures 12/11/24 - 15/11/24	Tester les composantes soudées ensemble.	-Secouer/ faire des mouvements avec le circuit soudé - Observer l'état des éléments après une chute libre de 50 cm	- Connaître la limite de solidité des soudures -Savoir Comment limiter les risques de détachement des soudures	6 heures 14/11/24 - 15/11/24
6	Physique Complet Prototype #3 (Finale_ boîte)	Durabilité des soudures , disposition et solidité de la boîte	Haute	14 heures 18/11/24 - 22/11/24	S'assurer que les soudures vont tenir et résister dans la boîte.	-Soumettre l'objet sous mouvements et vibrations. -Mettre des masses différentes dans la boîte -Laisser la boîte en chute libre de 2 mètres	Connaitre les limites de solidité de la boîte et le poids maximal qu'il pourrait supporter.	7 heures 20/11/24 - 22/11/24
7	Physique Complet Prototype #3 (Finale_ support mural)	Solidité, résistance et flexibilité	Haute	8 heures 16/11/24 - 20/11/24	S'assurer que le bras supporte le poids de la boîte et s'accroche au mur	-Accrocher à des surfaces différentes -Soumettre à un poids	Connaitre le poids maximal que le bras peut tenir -Savoir quels types surfaces	5 heures 19/11/24 - 20/11/24

							est mieux approprié pour accrocher le bras	
--	--	--	--	--	--	--	--	--

i.7 [Plan d'essai détaillé Prototype 2](#)

Le prototype 2 vise à évaluer le système électrique complet, notamment la performance, la précision et la fiabilité des composants électroniques intégrés. Ce plan d'essai comprend les objectifs, les critères d'arrêt, les mesures, la fidélité et la méthode d'évaluation.

i.7.1 Objectifs d'essai:

i.7.1.1 Évaluation de la performance électrique du système : 6/11/2024

- Vérifier que l'Arduino Uno et le montage sur breadboard fonctionnent sans interruptions et sans échauffement excessif des composants.
- Contrôler le bon fonctionnement de l'alimentation et la gestion de l'énergie pour éviter les courts-circuits ou les fluctuations de tension.

i.7.1.2 Vérification des composants individuels :

- Capteurs DHT 22 et MQ 135 : Tester la précision et la réactivité des capteurs de température et de qualité de l'air. Comparer les valeurs obtenues avec des valeurs de référence pour s'assurer de leur exactitude.
- Écran LCD : Confirmer que l'écran affiche correctement les données transmises par les capteurs en temps réel, avec une lisibilité optimale et sans décalage.
- DEL : Tester les DEL pour vérifier leur état et leur réaction aux différentes situations (ex. : alerte de mauvaise qualité de l'air, température élevée).
- Boutons : Vérifier que les boutons répondent correctement aux pressions, déclenchant les actions prévues (ex. : actualisation des données, mise en veille de l'écran, etc.).

i.7.1.3 Analyse de la précision des données :

- Valider les informations de température et de qualité de l'air en fonction des conditions environnementales réelles, en notant les éventuels écarts et fluctuations anormales.

i.7.1.4 Test de la stabilité du système sur une période prolongée :

-Faire fonctionner le système en continu sur une période de 24-72 heures pour évaluer la durabilité et la résistance des composants. Observer toute anomalie ou défaillance potentielle (ex. : redémarrages non prévus, fluctuations de performance).

i.7.1.5 Évaluation de la compatibilité et de l'intégration des composants :

-Tester la communication entre l'Arduino, les capteurs, les DEL, l'écran et les boutons pour s'assurer qu'ils interagissent correctement sans conflit ou interférence.

i.7.2 [Critères d'arrêt :](#)

i.7.2.1 Fonctionnement stable du système électrique : 6/11/2024

-Le système reste fonctionnel, sans interruption pendant la durée du test.

-Absence de surchauffe dans les composants principaux (ex : Arduino Uno)

i.7.2.2 Précision des données recueillies :

-Les mesures des capteurs doivent être dans une marge d'erreur acceptable

i.7.2.3 Affichage et réaction des composants :

-Les informations affichées sur l'écran LCD doivent être lisibles et mises à jour sans retard.

-Les DEL doivent réagir immédiatement en fonction des seuils définis pour la qualité de l'air et la température.

-Les boutons doivent être fonctionnels, avec une réaction rapide et sans défaillance.

i.7.2.4 Aucune défaillance majeure :

-Aucun composant ne doit cesser de fonctionner après la période de test.

i.7.3 [Mesures et fidélité :](#)

i.7.3.1 Évaluation de la précision des capteurs :

-Comparer les données des capteurs (température et qualité de l'air) avec un appareil de mesure de référence pour s'assurer de leur précision.

-Mesurer les fluctuations de données en fonction des changements environnementaux et noter les écarts pour une analyse statistique.

i.7.3.2 Réactivité du système :

-Tester la réactivité des composants (DEL, boutons, écran) pour assurer une réponse immédiate aux changements détectés par les capteurs.

-Noter les délais de réaction et s'assurer que les valeurs seuils déclenchent les alertes appropriées.

i.7.3.3 Simplicité et ergonomie de l'utilisation :

-Vérifier que l'interface de l'écran LCD est simple et compréhensible pour un utilisateur non technique.

-Évaluer la facilité d'interaction avec les boutons et la lisibilité des informations affichées.

i.7.3.4 Coût et efficacité de développement :

-S'assurer que le coût de chaque composant et du prototype global respecte le budget alloué, et évaluer le potentiel de réduction de coûts pour le produit final.

i.7.3.5 Justification de la fidélité moyenne :

-Le prototype est de fidélité moyenne, ce qui permet de tester la fonctionnalité complète des composants électriques tout en identifiant les potentiels problèmes techniques avant de concevoir un modèle final.

-Cette approche permet de se concentrer sur les performances techniques et la fiabilité des composants, sans intégrer les aspects esthétiques ou de design final.

i.8 [Méthode de test :](#)

i.8.1.1 Test de charge prolongée (24-72 heures) : 6/11/2024

-Surveiller le fonctionnement continu du système pour détecter toute surchauffe, fluctuation de tension, ou défaillance de composant.

-Utiliser un voltmètre pour surveiller les niveaux de tension tout au long de la période de test et détecter d'éventuelles chutes de tension.

i.8.1.2 Test de précision des capteurs :

-Effectuer des relevés de température et de qualité de l'air toutes les heures, et comparer avec les données de référence pour évaluer la précision des capteurs DHT 22 et MQ 135.

-Noter les éventuelles variations et recalibrer si nécessaire.

i.8.1.3 Test d'affichage et de réactivité :

-Simuler des changements rapides dans l'environnement (ex. : augmentation soudaine de température) pour vérifier la réactivité des DEL et de l'écran LCD.

-Appuyer sur chaque bouton plusieurs fois pour s'assurer de leur résistance et de leur réponse rapide sans latence.

i.8.1.4 Compatibilité des composants :

-Tester les interactions entre chaque composant (capteurs, boutons, DEL, écran LCD) en simulant différents scénarios pour évaluer leur compatibilité et éviter toute interférence.

i.8.1.5 Rapport final et analyse des résultats :

- Compiler les données recueillies sur la précision, la stabilité et la réactivité du système.
- Analyser les performances des composants et documenter les points à améliorer pour les étapes de développement ultérieures.

Conclusion

Dans ce document nous avons présenté le premier prototype du projet de développement du dispositif d'indication de température et de qualité d'air. La prochaine étape de ce projet consistera à développer le prototype 2 inspiré des précieuses rétroactions d'utilisateurs recueilli grâce au prototype 1. Ces améliorations contribueront à obtenir en fin de projet un dispositif qui répond parfaitement aux attentes du client Service Partagé Canada.

Capture d'écran Trello :



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