

GNG1503

Manuel d'utilisation et de produit pour le projet de conception

Dispositif Breath-Safe

Soumis par:

Équipe FB21

Daniella Kavunga, 300373615

ABOKI Emerick 300422971

Caleb Scalabrini, 300421367

Marc Eliezer TSONGO, 300407419

Paulina Nanema, 300329941

03/12/2024

Université d'Ottawa

Table des matières

Table des matières	2
Liste de figures.....	3
Liste de tableaux	4
Acronymes 1	4
1. Introduction.....	6
2. Aperçu	7
2.2. Mises en garde & Avertissements	10
3. Pour commencer	10
3.1. Considérations pour la configuration.....	13
3.2. Considérations pour l'accès des utilisateurs.....	13
3.3. Accès au système	13
3.4. Organisation du système & navigation	14
3.5. Quitter le système.....	16
4. Utiliser le système	16
4.1. Fonction/Caractéristique donnée	17
4.1.1 Fonction DEL.....	17
4.2. Messages positif aléatoire.....	17
4.3 Veille :	18
5. Dépannage & Assistance	18
5.1. Messages ou comportements d'erreur	19
5.2. Considérations spéciales	20
5.3. Entretien	20
5.4. Assistance	20
6. Documentation du produit.....	21
6.1. Sous-système électrique du prototype.....	21
6.1.1 NDM (Nomenclature des Matériaux)	25
6.1.2. Liste d'équipements.....	28
6.1.3. Instructions.....	28

6.1.4 Essais & validation	29
6.2. Sous-système physique	30
6.2.1. NDM (Nomenclature des Matériaux)	30
6.2.2 Liste d'équipements	31
6.2.3 Instructions.....	31
6.2.4 Essais & validation	35
7. Conclusions et Recommandations pour les travaux futurs	36
8. Bibliographie.....	38
APPENDICES	38
9. APPENDICE I : Fichiers de conception.....	38
10. APPENDICE II : Autres Appendices	39

Liste de figures

Numéro de Figure	Titre de la figure	Page
1	Produit Final	9
2	Schéma fonctionnement Dispositif	10
3	Prototypes	11
4	Tests Capteur Température	12
5	Carte Arduino Uno	20
6	Capteur DHT22	21
7	Capteur MQ135	21
8	LEDs	22
9	Ecran LCD	22
10	Boutons	23
11	Résistances	23
12	Câbles électriques	24
13	Batterie 9V	24
14	Circuit électrique	27
15	Dimensions Composantes	29
16	Dimensions Composantes	30
17	Esquisse Inkscape	32
18	Boîtier Découpé / Assemblé	33

Liste de tableaux

Tableau 1. Acronymes.....	5
Tableau 2. Glossaire.....	6
Tableau 3. Conditions d'Allumage LED.....	15
Tableau 4. Messages Positifs Aléatoires.....	16
Tableau 5. Assistance / Contact.....	18
Tableau 6. Nomenclature des Matériaux 1.....	24
Tableau 7. Nomenclature des Matériaux 2.....	28
Tableau 8. Documents Référencés.....	36

Acronymes 1

Acronymes	Définitions ⁱ
DEL = LED	Diode Électroluminescent
MQ135	Capteur Qualité d'air - Methane Quality
DHT22	Capteur température - humidité
LCD	Liquid Crystal Display – Ecran à cristaux liquide
GND	Ground
5v/9v	5 volts / 9volts
SDA	Serial Data Line
SCL	Serial Clock Line
MDF	Medium Density Fibrewood
DPI = PPP	Dots Per Inch = Points Par Pouce

Glossaire 1

Termes	Acronymes	Définitions
Arduino	N/A	Compagnie qui produits des cartes microcontrôleur comme le Arduino Uno
Methane Quality sensor (#Produit)	MQ(#Produit)	Capteur de gaz nocif comme le methane. Pour les microcontrôleurs.
Detecteur d'humidité et temperature digital(#produit)	DHT(#produit)	Capteur de température et humdité pour les microcontrôleurs.

1. Introduction

Ce manuel d'utilisateur est destiné à fournir des informations complètes et claires pour l'utilisation et la documentation du prototype de l'appareil de surveillance de la qualité de l'air et de la température, conçu dans le cadre du projet GNG1503. L'objectif principal de ce projet est de créer un dispositif capable de mesurer la qualité de l'air et la température en temps réel dans un environnement de bureau, permettant ainsi de garantir un cadre de travail sain et confortable. Ce système, basé sur une plateforme Arduino Uno, inclut un capteur de qualité de l'air (MQ-135) et un capteur de température (DHT22), avec des données affichées sur un écran LCD pour une visualisation facile.

Pour ce projet, nous avons fait l'hypothèse que l'environnement de travail joue un rôle essentiel dans la santé et la productivité des employés, et que l'utilisation de technologies simples mais efficaces peut améliorer ces conditions. En outre, nous avons supposé que les utilisateurs du système aient un minimum de familiarité avec des appareils électroniques de base, mais n'ont pas nécessairement besoin d'une expertise technique avancée.

Ce manuel est structuré de manière à fournir des instructions claires pour l'installation, l'utilisation et la maintenance du système, ainsi que des conseils pour diagnostiquer et résoudre les problèmes courants. Le document est organisé comme suit :

1. Présentation du système : Description du dispositif, des composants et des fonctionnalités.
2. Installation et configuration : Guide étape par étape pour installer et configurer le système.
3. Utilisation du système : Explication des différentes fonctionnalités du système et de l'affichage des données.
4. Maintenance et dépannage : Conseils pour assurer le bon fonctionnement à long terme du dispositif et résoudre les problèmes possibles.
5. Considérations de sécurité : Informations sur la sécurité d'utilisation, notamment concernant les composants électroniques et l'alimentation.

Ce manuel s'adresse principalement aux utilisateurs finaux souhaitant surveiller la qualité de l'air et la température dans un bureau, ainsi qu'à toute personne impliquée dans l'entretien et le dépannage du système. Il est également destiné aux étudiants et aux professionnels intéressés par le processus de conception de systèmes électroniques.

Considérations de sécurité : Ce système utilise des composants électroniques standard et doit être manipulé avec précaution, en particulier lors de la connexion de câbles et de la mise sous tension. Il est essentiel de respecter les consignes de sécurité pour éviter tout dommage aux composants et garantir une utilisation sans risque.

2. Aperçu

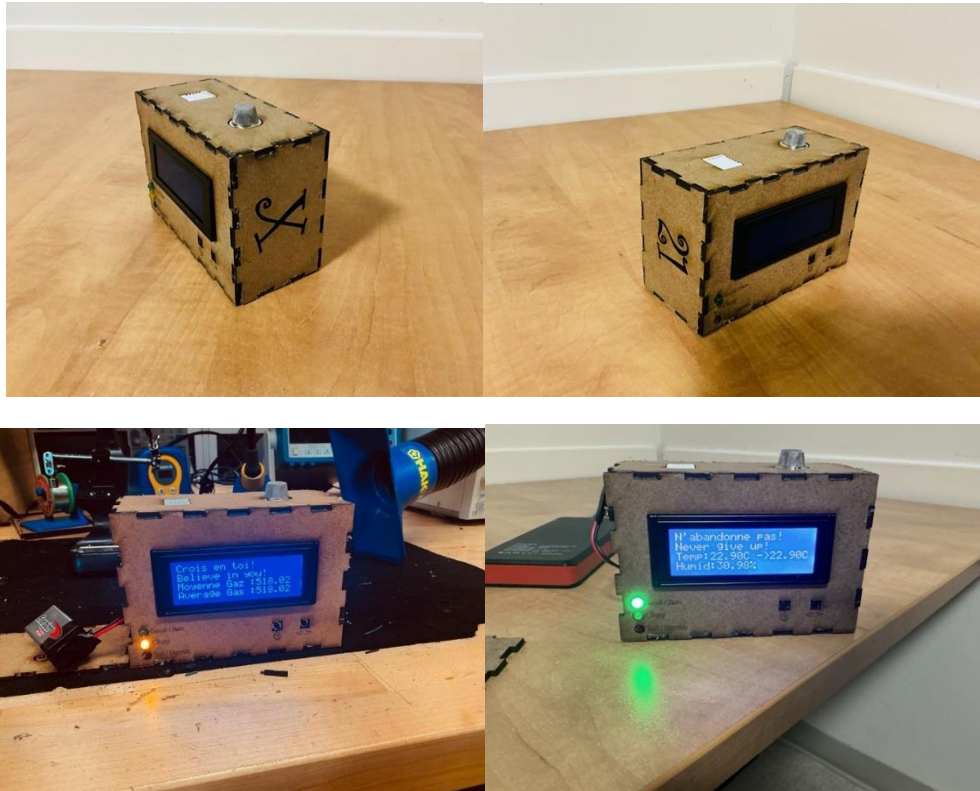
Au vu de ces informations, notre équipe d'ingénieur a pris le soin de définir un énoncé de problème qui résume les besoins du client, Service Partagé Canada, ainsi que toutes les informations importantes à considérer pour continuer le processus de conception. Le problème est le suivant : Les travailleurs 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 guider les travailleurs vers des zones de travail qui accommodent leurs besoins. Au-delà de chercher à orienter les utilisateurs, ce problème vise à chercher des solutions d'accommodations pour aider les employés à pouvoir s'adapter au travail hybride, c'est-à-dire 50 % présentiel et 50 % en ligne, adopté par l'entreprise après les changements du mode de travail endurés pendant la pandémie du Coronavirus à 100% en ligne.

Définir le problème exact des clients en ingénierie constitue la moitié de la résolution de la demande posée. Ce problème est inspiré des besoins des clients détectés lors de la première rencontre client qui expliquent exactement ce que le dispositif qui sera conçu devrait faire. Ces besoins sont les suivants :

- Indique le niveau de pollution de l'air, Indique la température
- L'adaptabilité du produit : Le produit conçu a la capacité de s'adapter à tous ; aux personnes à mobilité réduite, aux personnes handicapées ou ayant des personnes en situation de handicap sensoriel (mal-voyant, sourd, muet, ...). De plus, le produit peut être déplaçable et fixable au mur.
- Facilement utilisable : Le produit a des manœuvres explicites (démarrage, changer de donner) et il est facile pour l'utilisateur d'avoir les données recherchées.
- Rapide et efficace : Le produit conçu est capable de fournir rapidement, voire instantané, les données recherchées par l'utilisateur et avec exactitude et précision.
- Réutilisable : Après une première utilisation, le produit est capable d'être utilisé à nouveau et simultanément.
- Coût abordable : Le coût total du dispositif est abordable et raisonnable.
- Petit Volume : Le dispositif est peu encombrant
- Respect des normes européennes de sécurité

Notre équipe d'ingénieurs s'est dévoué au travail afin de concevoir un dispositif répondant aux besoins spécifiés ci-dessus. En plus de ces besoins, nous avons tenu à intégrer dans ce dispositif des messages d'encouragement afin d'améliorer le bien-être des employés. Ceci est une différence de taille. En effet, ayant conscience que la maison est le lieu idéal du bien-être et de l'agrément, le but de ce dispositif est de ramener le confort de la maison partout où nous allons.

Prototype final :



Le dispositif est une boîte de bois MDF ayant un écran en son centre directement lié aux boutons de commandes et signaux lumineux au bas de celle-ci.

Le système électrique au dedans de la boîte est composé du microcontrôleur Arduino connectée aux capteurs de température et d'air.

Pour commencer à l'utiliser, l'utilisateur va juste appuyer sur le bouton de démarrage et tout de suite l'écran va s'allumer et la température et l'humidité vont s'afficher ainsi qu'un message encourageant.

Pour passer aux données de l'air, l'utilisateur doit presser le bouton suivant le bouton de démarrage. Simultanément, les signaux lumineux sont mis en marche et affichent soit les lumières verte, orange et rouge selon la qualité des données mesurées.

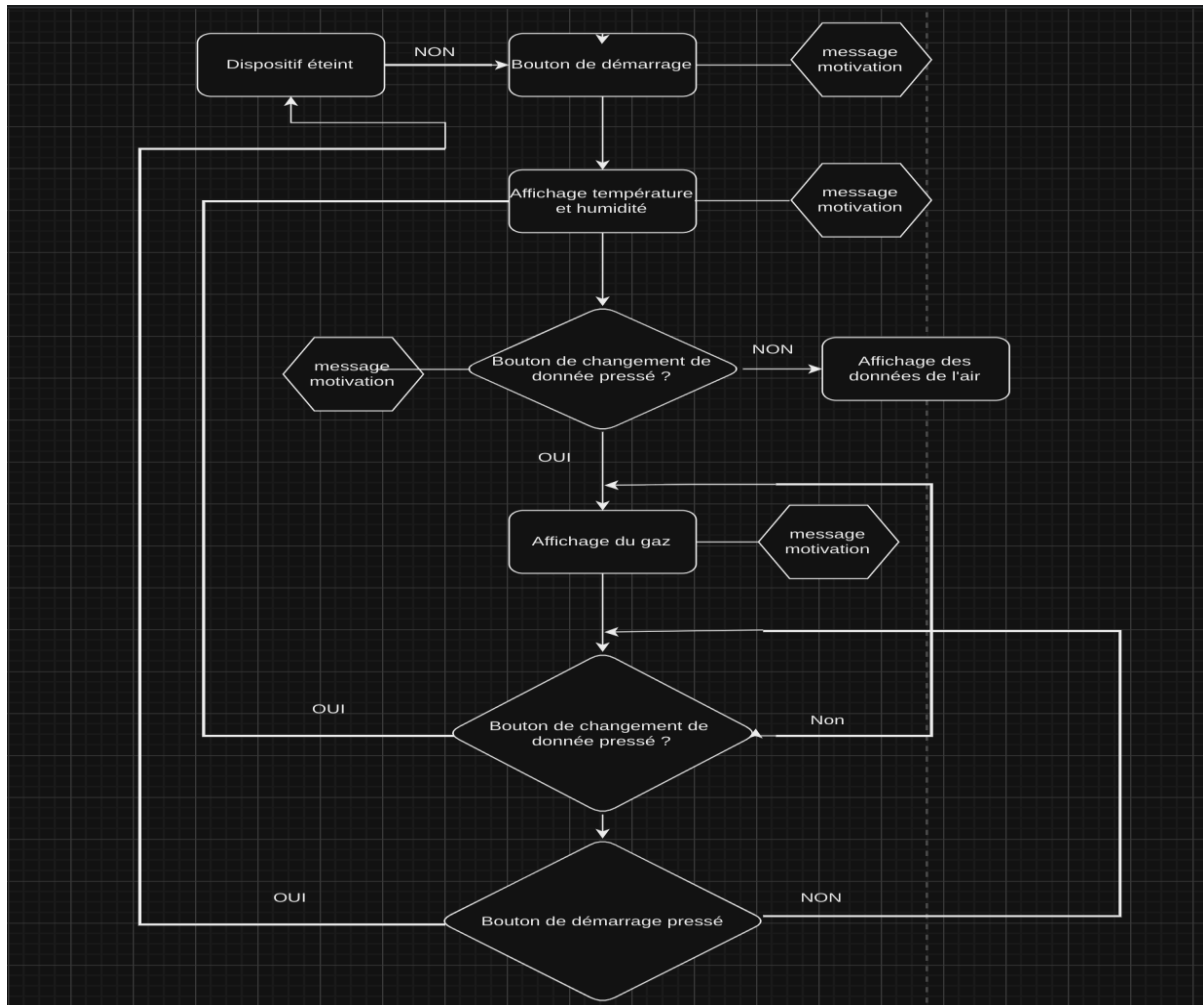


Schéma fonctionnel du dispositif

2.1. Conventions

Ci-dessous sont définis les termes techniques utilisés tout le long de ce document.

Micro-processeur Arduino : Un microprocesseur est un processeur miniaturisé regroupé dans un unique circuit intégré. Il exécute les instructions et traite les données des programmes informatiques

Capteur : Un capteur est un dispositif qui mesure ou détecte une propriété physique et la convertit en signal électrique. Il permet de collecter des données sur l'environnement pour le traitement par un système.

Écran LCD : Un écran LCD (Liquid Crystal Display) est un type d'affichage utilisant les propriétés de polarisation de cristaux liquides pour produire une image. Il est couramment utilisé dans les appareils électroniques pour afficher des informations visuelles.

Prototypage : Le prototypage est le processus de création d'un modèle préliminaire d'un produit ou système pour tester des concepts et fonctionnalités avant la production finale.

Broche : Une broche est un connecteur métallique sur un composant électronique, utilisé pour établir une connexion électrique avec d'autres composants ou circuits.

DEL : Une DEL (Diode Électroluminescente) est un composant électronique qui émet de la lumière lorsqu'un courant électrique le traverse.

Résistance : Une résistance est un composant électronique qui limite ou régule le flux de courant électrique dans un circuit.

Bread-board ou Masse ground : Un Bread-board est une plaque utilisée pour prototyper des circuits électroniques sans soudure. La Masse (ground) est le point de référence commun pour les tensions dans un circuit électrique.

TINKERCAD : TinkerCad est une application en ligne gratuite pour la conception 3D, l'électronique et le codage, souvent utilisée pour l'apprentissage et le prototypage rapide.

ONSHAPE : Onshape est une plateforme de conception assistée par ordinateur (CAO) basée sur le cloud, utilisée pour la modélisation 3D et la collaboration en ingénierie.

2.2. Mises en garde & Avertissements

Voici quelques éléments à considérer avec attention lors de l'utilisation du dispositif :

- Ne pas couvrir le dispositif d'un couvercle, d'une main ou quelconque objet car sur le haut de la boîte se retrouvent les capteurs de température et d'air.
- Ne pas couvrir la boîte sur les côtés car se trouvent à cet endroit les orifices d'aération du système électrique.
- Ne pas placer près d'une source d'eau et éviter tout contact avec l'eau

3. Pour commencer

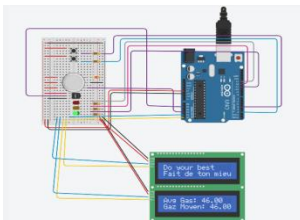
Tout d'abord, L'installation et la mise en place du premier prototype, commença par une simulation du système électrique ainsi que le design de la boîte. Il s'agissait d'une version peu fiable de la solution finale.

Le second prototype est une version améliorée du prototype 1, il a permis de s'assurer du bon fonctionnement de la plaque électrique et des capteurs de température.

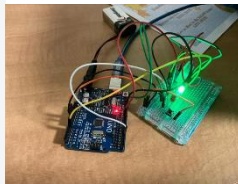
A la sortie, le prototype final fut l'incorporation des différents éléments de prototypes précédent conçus. C'est donc le prototype avec le plus haut niveau de fidélité.

PROTOTYPES

Prototype 1



Prototype 2



Prototype final



Prototype 1

Objectifs:

- Simuler le système électrique de l'appareil et s'assurer qu'il est fonctionnel.
- Rechercher les dimensions optimales pour la boîte contenant le système d'opération
- Générer le code de fonctionnement du système

Tests réalisés :

- Tests du système électrique sur Tinkercard.
- Fonctionnement des capteurs de température et de gaz

-Branchement des fils électriques

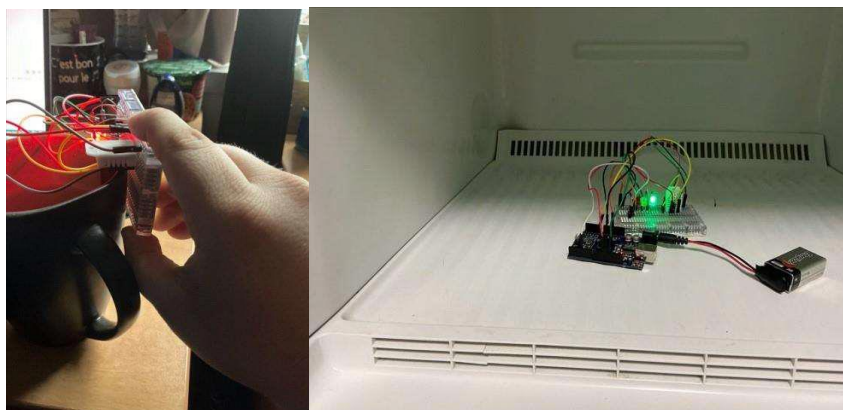
Prototype 2 :

Objectifs :

- Bon fonctionnement de Arduino et du Breadboard
- Vérification des capteurs, écran, DEL, Boutons
- Analyse de la fiabilité des données et de leur stabilité

Tests réalisés :

- Tests des charges prolongées
- Relevées de température et analyse
- Test des interactions des composantes
- Observation des variations de données



Prototype final :

Objectifs :

- Rassemblé tous les systèmes ensemble
- Présenté un produit complet physique fonctionnelle

Tests :

- Capturer la température ambiante, froide et chaude
- Capturer la bonne et mauvaise qualité de l'air

3.1. Considérations pour la configuration

En insérant un câble à l'Arduino et en le branchant sur l'ordinateur sur le programme Arduino IDE vous pouvez modifier les paramètres d'allumage des DEL et les messages positifs qui sont affichés. Voir le code modifiable dans l'Appendice #2.

Un circuit sur plaque électrique a été créé reliant différentes composantes.

3.2. Considérations pour l'accès des utilisateurs

Ce produit est originalement ciblé pour des employés travaillant dans un office dans lequel la température et la qualité d'air sont des variables dépendantes du choix de l'emplacement d'un tiers avant et pendant sa période de travail. Le produit pourra être utilisé afin de les guider à trouver un bureau convenable à leurs préférences. Ce produit peut également être utilisé dans une maison, un appartement ou même un garage afin de pouvoir guider l'utilisateur dans un environnement convenable.

Tel le cas d'un jeune enfant qui est très sensible à la température ou qui présente des problèmes de respirations, ce dernier aura besoin de l'environnement le plus convenable possible, et notre produit sera là pour l'orienter partout où il se trouve.

3.3. Accès au système

Étape #1 : Simplement insérez une pile 9v en suivant les étapes (3.5) de ce document.

Étape #2 : Si l'écran se trouve sombre aux commencements ajuster une petite vis derrière l'écran pour ajuster la luminosité de l'écran.

3.4. Organisation du système & navigation

Principe d'affichage

L'affichage consiste d'un écran LCD 4x20 qui contient 4 lignes de textes avec 20 caractères par ligne et trois DEL de couleur rouge, jaune et vert.

Connexion Capteurs

N.B : Toutes connexion sauf si mentionner différent sont relier avec des câbles électriques standard et souder.

Capteur MQ135 : Le capteur MQ135 est compris d'une connexion 5v, GND et PinOut. Il partage en parallèle la connexion 5v et GND avec le capteur DHT22 qui relies directement dans leurs prises du Arduino Uno. Le PinOut est branché sur la prise analogue (A0) directement sur le Arduino Uno.

Capteur DHT22: Le capteur DHT22 est compris d'une connexion 5v, GND et PinOut. Il partage en parallèle la connexion 5v et GND avec le capteur MQ135 qui relies directement dans leurs prises du Arduino Uno. Le PinOut est branché sur la prise analogue (A2) directement sur le Arduino Uno.

Connexion DEL

N.B : Toutes connexion sauf si mentionner différent sont relier avec des câbles électriques standard.

- Les trois DEL de couleur rouge, jaune et vert sont composée de chacun une Anode (Jambe Longue) en charge du GND et une Cathode (Jambe Courte) en charge du PinOut. Les GND des DEL sont branché directement sous des résistances de 220 Ω en après relier ensemble de fonction parallèle sous un seul câble GND qui est branché directement dans le Arduino Uno. Les cathodes en charges du PinOut sont branché directement dans trois connexion digital individuelle, (Rouge = 13, Jaune = 8, Vert =10) du Arduino Uno.

Connexion Boutons

N.B : Toutes connexions, sauf si mentionné, sont reliés avec des câbles électriques standard et soudés en place.

- Chaque bouton est muni de 2 pins de connexion qui sont reliés. Lors de l'appui du bouton et apparait sur 2 côtés (1) et (2). Sur le côté (1) le pin de haut se trouve une connexion 5v et le pin du bas se trouve une connexion GND sur résistance 220Ω. Sur le côté (2) seulement le pin du bas est branché à un PinOut. Pour les deux boutons leurs connexions 5v et GND sont brancher sous 1 seul câble pour chacun de manière parallèle et brancher. Le bouton qui est en charge des mesures est branché dans la prise digitale 2 et le bouton qui est charges des modes est branché dans la prise digitale 6.

Connexion Écran LCD

- L'écran LCD est munis de 4 pins (5v, GND, SDA, SCL), ils sont directement reliés entre l'écran et la carte Arduino Uno dans une état non soudé. Les deux pin SDA et SCL sont branchés aux pins analogues (A4 et A5) et 5v, GND dans leurs places appropriées.

Connexion Prise électrique

- Le microcontrôleur Arduino Uno est branché sous connexion Baril sur une pile 9v d'alimentation qui peut facilement être changé, ou une connexion directe d'un câble Arduino non fournis.

Boitiers et Insertions

Le boîtier fait en MDF est collé essentiellement à l'aide de colle chaude et les pièces sont dentelée pour avoir un joint complété dans le boîtier. Le couvercle du boîtier est disposé avec deux trous préciser pour les capteurs qui sont collé par colle chaude. La face principale est munie d'un trou pour l'écran LCD, trois trous pour les DEL ainsi que deux trous pour

les Boutons. Chacune des composantes est collée dans son trou respectif avec la colle chaud.

3.5. Quitter le système

Étape #1 : Ouvrez le côté gauche du boîtier en tirant de façon à s'éloigner du produit sur une des crénelassions du côté.

Étape #2: Sortez partiellement et délicatement la batterie 9v et l'adaptateur du boîtier.

Étape #3: Débrancher la pile de l'adaptateur et mettez la de côté.

Étape #4: Réinsère l'adaptateur dans le boîtier et refermé le boîtier en poussant le côté pour que chaque gravure s'aligne bien et renferme. N.B (S'assurer qu'aucun autre câble est dans le chemin de lors de la fermeture du boîtier).

4. Utiliser le système

Commencement :

Avez-vous inséré la pile ? Si non voir 3.5 (Quitter le système) afin de savoir comment ouvrir et accéder la pile.

Lorsque vous avez insérer une pile le système est automatiquement démarrer. Vous serez présentée avec des messages fournis en français et en anglais. Les deux premières lignes de texte vous présenteront avec des uns messages positifs et les deux dernières lignes vous donnera l'instruction d'appuyer mesures pour démarrer. (Voir 4-1.1 pour le Bouton Mesure).

Bouton Mesure :



En appuyant sur le bouton de mesure et démarrage indiquer avec le symbole ci-dessus. Immédiatement l'écran vas changer d'état et devenir en état de mesure. Elle fournit de nouveaux messages encourageant ainsi qu'un écran qui dis "En cours de mesure" ainsi tout en anglais et français.

Lors de ce nouvel état de mesure les capteur DHT22 et MQ135 de température, humidité et gaz vont mesurer leurs valeurs moyenne après avoir pris 5 secondes de mesures

ainsi que calculer la température actuellement ressentit. Après les 5 secondes sont écoulé l'écran vas changer d'état de nouveau à l'état de résultat. De base l'écran démontra de nouveau message positif ainsi que les résultats des températures mesuré (°C), la température ressentit (°C) ainsi que l'humidité (%). Avec l'appui du bouton mode il est possible vérifier la qualité de l'air (Voir 4-1.2 Bouton mode). Ainsi des DEL de couleur rouge, jaune, vert vont être allumer lors de leurs conditions respectives.

Bouton Mode : < >

En appuyant sur le bouton de mode indiquer avec le symbole < > le dispositif change de mode aux mode gaz ou l'écran vas afficher les messages positifs ainsi les DEL vont adapter dépendant du mode et donc seront relative aux mesures du gaz respectives. Lors d'un autre appuie consécutif il reviendra aux modes de température et humidité comme préciser dans la section (4-1.1 sur le bouton mesure). Ainsi les DEL vont s'adapté aux mesures de température respectives.

Les sous-sections suivantes fournissent des instructions détaillées, étape par étape, sur la façon d'utiliser les diverses fonctions ou caractéristiques de <Nom du système et/ou acronyme>.

4.1. Fonction/Caractéristique donnée

4.1.1 Fonction DEL

Les DEL sont dépendants du mode :

Condition d'allumage DEL 1

Mode	DEL Vert	DEL Jaune	DEL Rouge
Température et Humidité	$18\text{ °C} \leq \text{Temp} \leq 23.5\text{ °C}$	$23.5\text{ °C} \leq \text{Temp} < 30\text{ °C}$	$\text{Temp} \geq 30\text{ °C}$ où $\leq 18\text{ °C}$
Gaz	$0 \leq \text{Gaz} \leq 400$	$400 \leq \text{Gaz} \leq 800$	$\text{Gaz} > 800$

N.B: La température ressentie est la température utilisée pour l'activation des DEL.

4.2. Messages positif aléatoire

Il y a 12 messages positif générer aléatoire et afficher sur l'écran. Les messages sont aléatoirement choisis à chaque changement d'écran.

Messages Positifs Aléatoires

Messages (Version Français)	Messages (Version Anglais)
-----------------------------	----------------------------

Tu es incroyable!	You are amazing!
Bon travail!	Great job!
Crois en toi!	Believe in you!
Tu peux le faire!	You can do it!
Reste positif!	Stay positive!
N'abandonne pas!	Never give up!
Tu es génial!	You're fantastic!
Le meilleur arrive	Best is yet to come
Continue à sourire!	Keep smiling!
Tu peux réussir!	You can achieve!
Bonne journée!	Have a good day!
Fait de ton mieux!	Do your best! ¹

4.3 Veille :

L'écran LCD se ferme après 1 minute d'inactivité : Sans appuie de bouton.

Prevention des appuis consécutifs des Boutons

Les deux boutons sont munis avec des délai d'actionnement et des barrières d'action afin que le système soit capable de résister aux appuis consécutifs des boutons.

5. Dépannage & Assistance

Voici une description de procédures de récupération et de correction d'erreurs, organisée de manière compréhensible

1. Identification des conditions d'erreurs.

- Plantage du programme servant à afficher des messages informatisés sur l'écran.
- Plantage de l'écran d'affichage lui-même.

2. Procédures de Récupération et Correction d'Erreurs

2.1. Redémarrage du programme

Il faut redémarrer le programme en cas de problème ou plantage

1. Sauvegardez tout travail en cours afin d'éviter la perte de données
2. Éteignez l'appareil de manière appropriée.
3. Attendez quelques secondes
4. Vérifiez si l'erreur persiste.

2.2. Mise à Jour du Logiciel ou des Pilotes:

1. Accédez aux paramètres de mise à jour du système (Windows Update, macOS Software Update, etc.).
2. Recherchez les mises à jour disponibles.
3. Installez toutes les mises à jour recommandées.
4. Redémarrez l'appareil si nécessaire.

5.1. Messages ou comportements d'erreur

Défaillance de Bouton et DEL

DEL et Boutons : Il est possible que les soudures des DEL et boutons se casses si le produit a subi de grand choc grâce à des connexion minuscule.

Symptômes : Boutons requiert plusieurs appuies, DEL n'allume pas, Bouton n'actionne pas.

Solution : Étape #1 : Ouvrir le dispositif comme expliquer dans 3.4 de ce document et inspecté les connexions ainsi que vérifié la charge de la pile.

Étape #2 : Si une connexion est brisée il est fortement la cause de vos symptômes. Si non inspecté avec un multimètre les connexions pour assurer le courant est distribué. Si une connexion est brisée il faut les resouder ou rattacher ensemble de manière que le courant peut passer.

Étape #3 : Si les premières étapes n'ont pas fonctionné, il est fortement probable que de nouveaux DEL ou boutons requièrent une ré-installation.

Défaillance des capteurs

Capteurs DHT22 et MQ135 : Il est possible que les capteurs arrêtent de lire des mesures et renvoie un message d'erreur à l'écran. Si oui suivez les étapes ci-dessous :

Symptômes : Données reçues inexactes, message d'erreur.

Solution : Étape #1 : Vérifier pour des obstructions sur ou dans les capteurs.

Étape #2 : Ouvrir et vérifier la charge de la pile en suivant les étapes de (3.4).

Étape #3 : Vérifier les connexions des câbles.

5.2. Considérations spéciales

Limites Écran et Capacité

Il est possible lors des conditions plus basses que 10°C ou plus haute que 30°C que des erreurs de piles, de livraison de l'électricité ainsi que d'écran surviennent. Ceci peut mener à des défaillances des autres systèmes, notamment Capteurs, DEL et Boutons.

Symptômes : Changement d'écran LCD lent, DEL et écran sombre, Mesures Inexactes.

Solution : Débrancher le système de l'électricité suivant les étapes de (3.4) de ce document et ramener le dispositif dans une pièce entre la température d'opération et laisse le produit s'adapter. Réallumer le dispositif lorsqu'il est à la nouvelle température ambiante.

N.B : Un changement extrême de température chaud à froid, de manière instantanée, peut causer de la condensation et avoir un effet néfaste sur le système.

5.3. Entretien

Étapes avant de démarrer le produit :

Étapes #1 : Vérifier pour les obstructions des capteurs, DEL et boutons.

Étapes #2 : Ouvrir le boîtier (Section 3.4) et vérifier les connexions dans le boîtier. Si tout est intacte, insérez la pile 9v et le produit est prêt à utiliser.

5.4. Assistance

Assistance / Contact

Organisation	Courriel	# de téléphone	Spécialité	Lien
Arduino Help Center	N/A	N/A	Programmation Matériel Arduino	Arduino Help Center

6. Documentation du produit

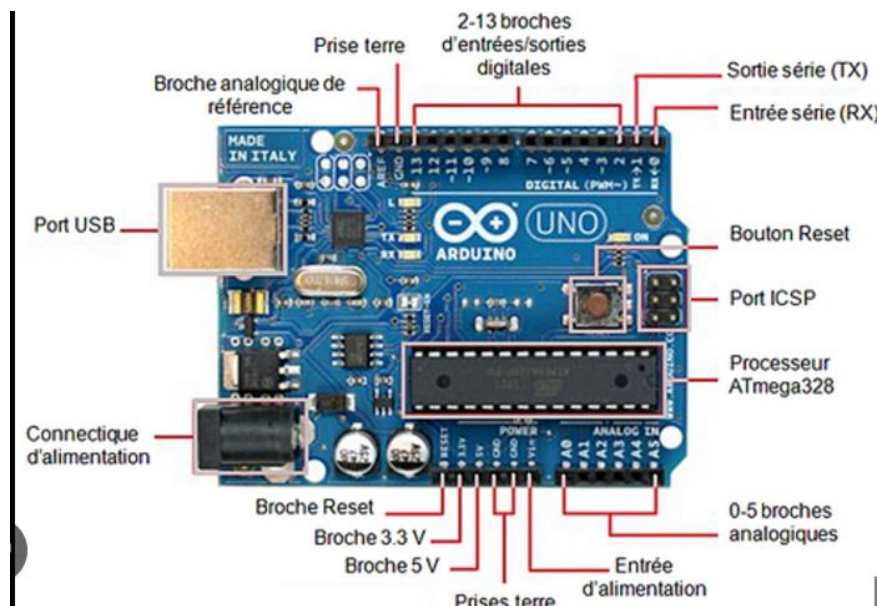
6.1. Sous-système électrique du prototype

C'est le sous-système le plus important car c'est lui qui fait fonctionner tout le dispositif. La partie électrique du prototype était assez basique car quoi de mieux que la simplicité lorsque l'objectif est l'excellence.

Il a été construit autour du **Arduino UNO** qui comprends :

- Broches numériques I/O : Elle possède 14 broches numériques (dont 6 peuvent être utilisées en sortie)
- Broches d'entrée analogiques : 6 broches analogiques pour lire des tensions variables, généralement en provenance de capteurs.
- Capacité de 32 Ko de mémoire flash (pour stocker les programmes informatiques).
- Interface USB : possède un port USB pour se connecter à un ordinateur afin de le programmer.
- Alimentation : Peut être alimentée via le port USB ou par une alimentation externe de 7 à 12 V via un connecteur à prise ronde (Batterie).
- Bouton de réinitialisation : Permet de redémarrer la carte et d'exécuter à nouveau votre programme.

Le choix de l'Arduino est basé sur le fait que ce dernier est très accessible, pas trop coûteux ; il facilite l'agencement entre les éléments d'un circuit électrique comme les capteurs, les LEDs sans planche de prototypage (breadbord). Il est également très efficace pour des prototypages et tests.



Nous avons également utilisé deux capteurs dans le système électrique :

- Capteur DHT22 qui est capable de mesurer des températures entre -40°C et 80°C avec une précision d'environ $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$. Il mesure également le taux d'humidité avec une précision qui varie de ± 2 à 5% RH. Ce capteur possède 3 connexions possibles à l'Arduino (alimentation : 5V, Masse : Ground et Pin Out pour les données)
Ce capteur a été choisi pour son coût très abordable et sa fiabilité.



- Capteur MQ135 qui est capable de détecter divers gaz comme le dioxyde de carbone CO_2 , le monoxyde de carbone CO , l'ammoniac NH_3 , la fumée et autres gaz capables d'influencer la qualité de l'air. Il donne ses mesures en PPM et possède lui aussi 3 connexions importantes qui sont alimentation (5V), masse (Ground) et Pin Out (pour les données)

Le choix de ce capteur est basé sur le fait qu'il mesure plusieurs gaz à la fois et fait une moyenne, on a donc pas besoin d'acheter différents capteurs pour chaque gaz.



- DELs rouge, jaune et vert utilisés comme signaux lumineux préventifs de l'état de la température ou de l'air. Les trois DELs possèdent chacun une Anode en charge du GND et une Cathode pour le PinOut. Le choix des LEDs provient de leur durabilité, écologie et leur taille miniature.

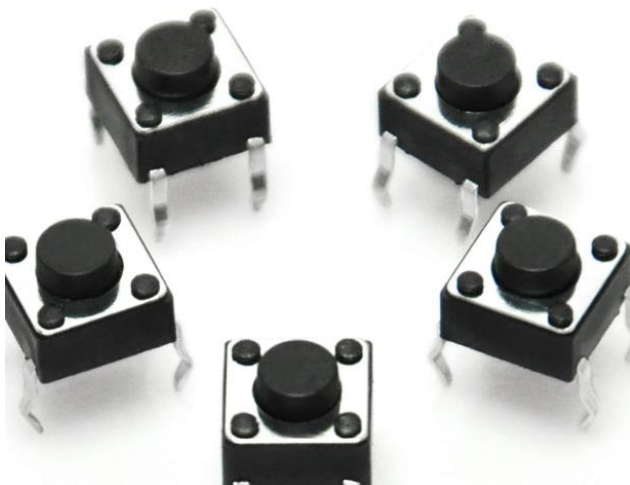


- Écran LCD 20x 4 qui est un écran d'affichage capable de prendre 20 caractères sur les colonnes et 4 sur les lignes. Il est muni de 4 connexions (5V, GND, SDA, SCL). Le choix de cet écran est essentiellement basé sur sa capacité à inscrire de nombreux caractères.



- Boutons : Ce prototype comprend deux boutons. L'un permet d'allumer l'écran ou de réinitialiser les mesures tandis que l'autre permet de passer du mode température/humidité au mode gaz et vice-versa.

Le choix des boutons est basé sur le fait que l'écran choisi pour ce prototype n'est pas tactile.

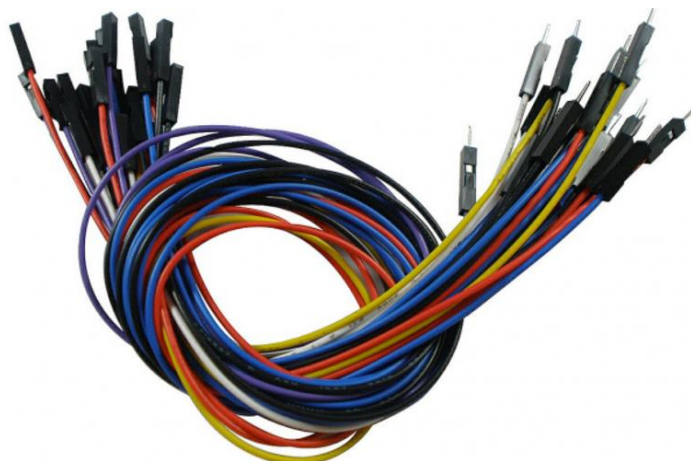


- Résistances (3 de $220\ \Omega$) qui permettent de réguler le courant et la tension qui circule dans les LEDs et ainsi de les protéger.

Le choix a été porté sur des résistances de $220\ \Omega$ compte tenu de l'accessibilité mais toute résistance de valeur supérieure peut être utilisée.



- Câbles standards servant de fils de connexion ont été soudés pour agencer les éléments du circuit électronique. Le choix des soudures a été fait pour optimiser l'espace en se débarrassant du breadboard.



- Batterie et convertisseur : une batterie de 9V a été utilisée pour l'alimentation du prototype.
Ce choix a été fait pour permettre au dispositif d'être déplaçable. Autrement le dispositif pourrait être alimenté via port USB d'un ordinateur ou par prise murale.



6.1.1 NDM (Nomenclature des Matériaux)

Ci-dessous sont inscrits les différents matériels, pièces et logiciels utilisés pour la conception du sous-système électrique :

Nomenclature des matériaux 1

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	18.00\$	18.21\$	MQ-135 Air Quality Sensor - X2 Robotics in Canada
Ecran LCD	20 x 4	Unité	1	16.95\$	16.95\$	Freenove I2C LCD 2004 Module IIC TWI série 20 x 4, compatible avec Arduino Raspberry Pi Pico ESP32 ESP8266 :

						Amazon.ca: Électronique
Câbles de démarrage	Mâle et femelle 20cm noir/rouge	Unité	10 (10/pk)	1.00\$	1.0\$	MakerStore
Boutons	Système	Unité	2	0.5\$	1.0\$	https://makerstore.ca/shop/ols/products/micro-tactile-button-6mm
Résistance	220-1000	Ohms	3 ; 1 = 4	0.10\$-2.00\$	2.30\$	https://www.digikey.ca/en/products/category/resistors/2?s=N4lgTCBcDaIMIDECMAWAUgFTGADAJRAF0BfIA
TinkerCAD	Simulation	N/A	1	0\$	0\$	https://www.tinkercad.com/
DHT	Bibliothèque	N/A	1	0\$	0\$	N/A
LiquidCrystal I2C	Bibliothèque	N/A	1	0\$	0\$	N/A
Arduino IDE	Logiciel	N/A	1	0\$	0\$	N/A

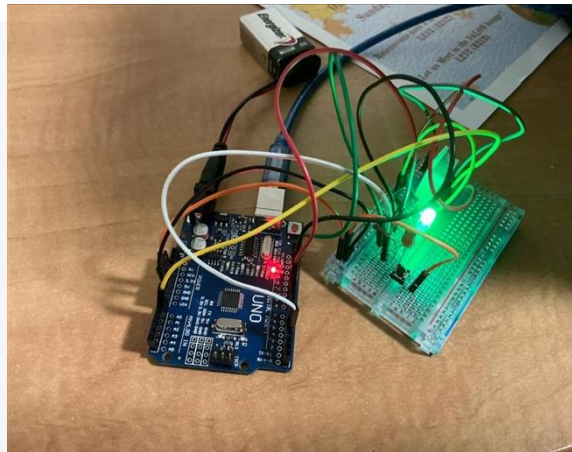
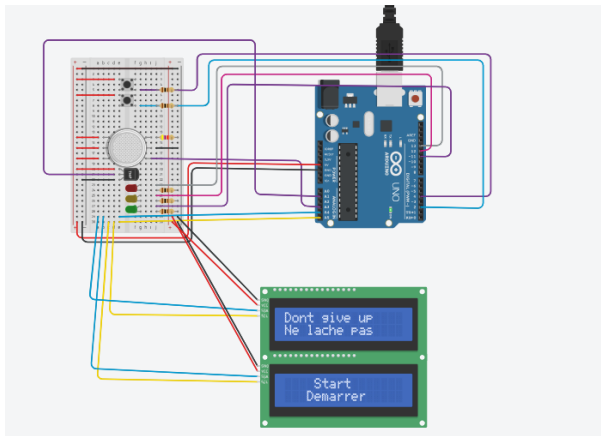
6.1.2. Liste d'équipements

Pour ce sous-système, les équipements utilisés sont peu nombreux. Ce sont entre-autre :

- Un kit de soudure électronique
- Un Ordinateur
- Un Breadboard

6.1.3. Instructions

Une simulation de ce circuit (avec un Breadboard cependant) est disponible sur Tinkercad via le lien suivant : <https://www.tinkercad.com/things/8HPfuIFM4uD-copy-of-gng1503-air-quality-and-temperature>



Le capteur MQ135 partage en parallèle la connexion 5v et GND avec le capteur DHT22 relié aux prises du Arduino Uno. Le PinOut est branché sur la prise analogue (A0) directement sur le Arduino Uno.

Le PinOut du capteur DHT 22 est branché sur la prise analogue (A2) de l'Arduino Uno.

Les GND des DEL sont branchés aux résistances de 220 Ω puis reliés en parallèle sous un seul câble GND qui est branché à l'Arduino Uno. Les cathodes en charges du PinOut sont branché dans trois connexions digital individuelle, (Rouge = 13, Jaune = 8, Vert =10) du Arduino Uno.

Concernant les boutons, sur le côté 1, le pin de haut se trouve une connexion 5v et le pin du bas se trouve une connexion GND sur résistance 220 Ω . Sur le côté 2, seulement le pin du bas est branché à un PinOut.

Pour les deux boutons, leurs connexions 5v et GND sont branchés sous 1 seul câble pour chacun de manière parallèle. Le bouton qui contrôle l’affichage/réinitialisation est branché dans la prise digitale 2 et le bouton des modes est branché dans la prise digitale 6.

Les 4 connexions de l’écran LCD quant à eux, sont à la carte Arduino Uno et ne sont pas soudés. Les deux pin SDA et SCL sont branchés aux pins analogue (A4 et A5) et 5v, GND dans leur place 5v, GND correspondante sur la carte Arduino.

Arduino Uno est alimenté par une pile de 9V grâce à un convertisseur.

Et le programme informatique a été écrit avec Arduino IDE en utilisant les bibliothèques DHT pour le capteur DHT 22 et LiquidCrystal I2C pour l’écran LCD et aussi en tenant compte des branchements du circuit électronique explicité plus haut.

6.1.4 Essais & validation

Le processus de validation s’est articulé autour de deux prototypes principaux : **le système électrique (prototype 2)** et **la boîte physique (prototype 3)**. Chacun a été testé pour garantir qu’il répond aux objectifs du projet et pour valider leur conception en conditions réelles.

Les essais ont démontré que :

La LED rouge s’allume correctement pour des températures supérieures à 25°C après une légère correction logicielle. Ce comportement a été validé avec des tests sur des vapeurs d’eau.

La LED jaune reste active et stable dans une plage de 20 à 25°C, confirmée par 6 heures de fonctionnement continu dans un environnement ambiant.

La LED verte s’active rapidement en dessous de 20°C, avec une détection effective dès la première minute, validant ainsi sa réactivité.

Ces résultats montrent que le système est fiable pour surveiller des variations thermiques en temps réel. La validation a confirmé son bon fonctionnement dans des environnements contrôlés, avec des ajustements nécessaires principalement sur le logiciel.

6.2. Sous-système physique

C'est la partie externe visible et palpable du dispositif. Ce sous-système est tout aussi simple et a été conçu avec pour objectif d'optimiser la taille pour garantir la facilité de transport. Il est également facile à comprendre car toutes les indications nécessaires y sont inscrites.

C'est une boîte en forme de parallélépipède de volume $V = 825,4 \text{ cm}^3$ et de dimension 13,7cm x 6,4cm x 9,3cm. Elle est faite de MDF à la découpe laser. Le choix de ce matériau est basé sur son caractère écologique et son aspect professionnel et minimaliste. Le MDF correspondait donc mieux à la clientèle cible de ce dispositif, autrement le plastique aurait pu être utilisé.

6.2.1. NDM (Nomenclature des Matériaux)

Les matériaux et logiciels utilisés pour la boîte se trouvent dans ce tableau :

Nomenclature des matériaux 2

Nom de l'item	Description	Unité de mesure	Quantité	Coût unitaire	Coûts étendus	Liens
Inkscape	Logiciel	N/A	1	0\$	0\$	N/A
Découpe Laser	Découpage	N/A	1	0\$	0\$	N/A
Colle Liquide	Liquide / 75ml	Unité	1	0\$	0\$	N/A

MDF	1/8 inch 18x24	Unité	1	3,00\$	3,00\$	MakerStore
MakerCase	Site internet pour design de boîte	N/A	1	0\$	0\$	https://fr.makercase.com/ #/

6.2.2 Liste d'équipements

Les équipements utilisés pour faire ce sous-système sont :

- Un ordinateur
- Une clé USB

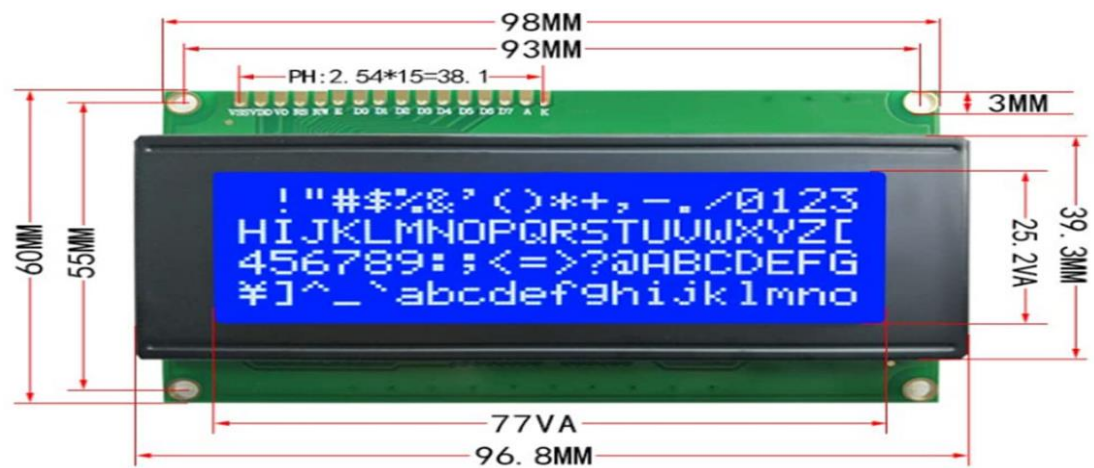
6.2.3 Instructions

La boîte se divise 6 faces essentielles, parallèles deux à deux :

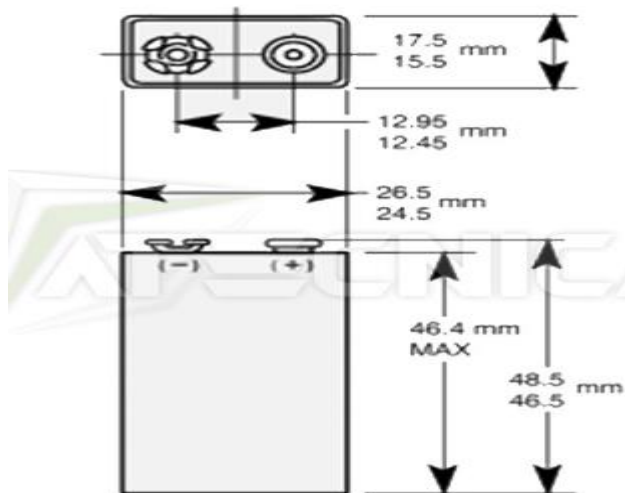
- Deux faces contenant les logos (X et 21). La face contenant le X n'est pas collée et permet donc de placer ou enlever la batterie. Elle sert également d'accès au système électrique.
- Deux faces parallèles dont une est la base (face qui non-visible lorsque le dispositif est posé sur une plateforme). L'autre face, donc parallèle à la base où sont collés les deux capteurs du système électrique afin de faciliter la prise de données.
- Les deux dernières faces dont l'une est l'interface principale d'utilisation du dispositif. En effet c'est la face qui contient l'écran, les DELs et les indications d'utilisation

Les dimensions de la boîte sont déterminées en tenant compte essentiellement des dimensions des éléments volumineux du système électrique :

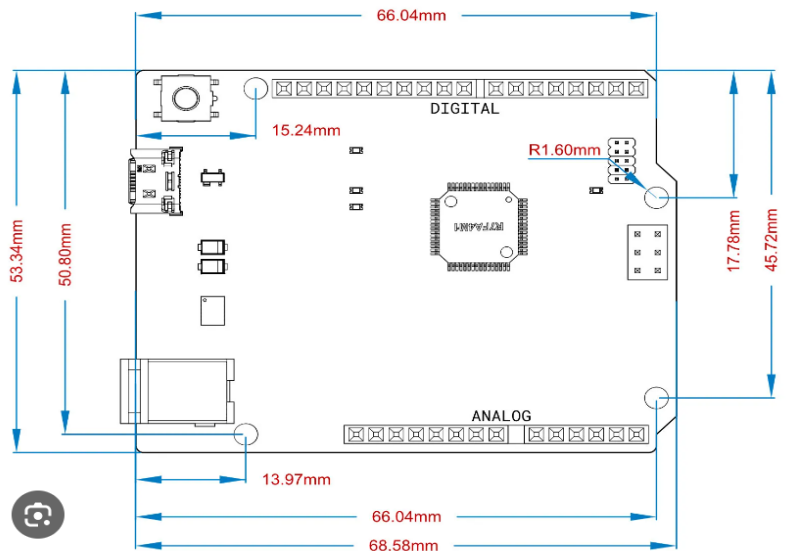
- L'écran 4 x 20



- La batterie de 9 V



- Arduino Uno



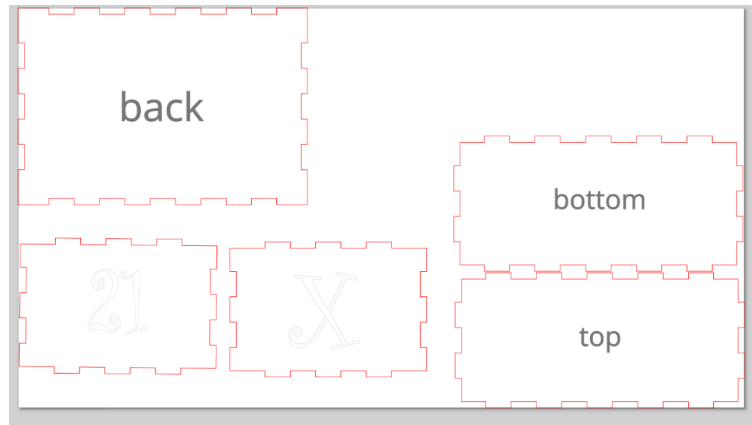
Pour la conception de cette boîte, l'esquisse principale a été faite sur MakerCase (<https://fr.makercase.com/#/>) avec les dimensions souhaitées indiquées plus haut. On télécharge alors la boîte créée et place aux modifications !

Après avoir ouvert la boîte sur Inskape, la face qui sert d'interface a été séparée des autres pour une meilleure personnalisation.

Une fois toutes les modifications/ personnalisations faites, les esquisses sont enregistrées sous format PDF avec une résolution de 600 DPI. Les paramètres sont de 0.001 pouce pour les zones qui seront découpées et 0.006 pouce pour celles qui seront juste gravées.

On peut alors transférer les fichiers PDF dans la découpe laser qui procèdera au découpage.

Pour finir, il faudra coller toutes les faces de la boîte ensemble et coller également certains éléments du sous-système électrique (capteurs, LEDs, boutons, écran) avec la boîte pour s'assurer que le tout tienne en place.



6.2.4 Essais & validation

Solidité : Après des tests de chute, la boîte a démontré une bonne résistance, les composants internes restant bien en place, confirmant ainsi sa durabilité pour une utilisation prolongée.

Interface utilisateur : Les LEDs et boutons, disposés sur la face avant avec des marquages explicites, facilitent la compréhension et l'interaction. Les utilisateurs ont trouvé cette organisation intuitive et claire.

Enfin, l'esthétique et l'ergonomie ont également été examinées. Le prototype final a été jugé visuellement attrayant avec un design professionnel noté 9/10 par les évaluateurs. Sa manipulation a été qualifiée de facile, et les indications sur l'interface sont suffisamment claires pour une utilisation simple et rapide. Cependant, il a été suggéré d'améliorer encore les marquages pour renforcer la lisibilité dans des conditions de faible luminosité.

Problèmes identifiés et améliorations à prévoir

Malgré les validations obtenues, quelques points d'amélioration ont été relevés :

Code logiciel : La détection thermique a nécessité des ajustements initiaux. Une optimisation plus poussée pourrait améliorer encore la stabilité.

Colle chaude : La solidité de la colle utilisée devrait être testée dans des environnements plus exigeants (humidité, vibrations).

Indications sur l'interface : Ajouter des marquages plus visibles pour garantir une utilisation intuitive, même dans des environnements difficiles.

Les essais ont confirmé la fiabilité, la robustesse et l'ergonomie du prototype dans des conditions standards. Si le système est prêt pour des usages courants, des tests supplémentaires dans des environnements extrêmes pourraient renforcer sa durabilité et optimiser ses performances pour des scénarios plus exigeants.

7. Conclusions et Recommandations pour les travaux futurs

Le processus de conception en génie a permis de mieux comprendre l'importance de la planification, de l'itération rapide des prototypes et de la validation des idées par le biais de tests rigoureux. Grâce à l'utilisation de composants simples et à l'optimisation de l'interface utilisateur, nous avons réussi à créer un dispositif fonctionnel pour mesurer la qualité de l'air et la température dans un environnement de bureau.

Importance de la précision des capteurs : Au début, la précision des capteurs de qualité de l'air et de température a posé des défis. Nous avons appris que le calibrage des capteurs est essentiel pour garantir des mesures fiables et utiles. Cela a mis en évidence la nécessité de prendre davantage en compte la précision des capteurs lors de la phase de sélection des composants pour de futurs projets

Tests continus : Les tests ont été cruciaux pour identifier les erreurs et affiner le prototype. Le processus de test a révélé la nécessité de revoir l'algorithme de gestion des données, notamment pour traiter les valeurs extrêmes ou erronées.

Gestion du temps et des ressources : Le temps limité a souvent entravé la possibilité de réaliser toutes les améliorations souhaitées, en particulier pour l'optimisation de la précision des mesures et la gestion des interfaces.

Recommandations pour les travaux futurs :

1. Amélioration de la précision des capteurs : Un aspect important à explorer dans les futurs travaux serait d'investir dans des capteurs de meilleure qualité ou de trouver des méthodes pour étalonner les capteurs de manière plus précise, ainsi que l'ajout des unités de mesure. Cela améliorerait la fiabilité des données collectées et renforcerait l'efficacité du dispositif.

2. Ajout de fonctionnalités de connectivité : Le projet pourrait être amélioré en y intégrant des fonctionnalités de connectivité sans fil, telles que le Wi-Fi ou le Bluetooth, afin de permettre aux utilisateurs de visualiser les données à distance via une application mobile ou un tableau de bord en ligne. Cela offrirait une expérience utilisateur améliorée et permettrait une gestion à distance de l'environnement de travail.

3. Développement d'une interface utilisateur plus intuitive : L'ajout de graphiques et d'indicateurs visuels plus détaillés sur l'écran LCD pourrait améliorer l'expérience utilisateur, en fournissant des informations supplémentaires sur la qualité de l'air et les conditions de température de manière plus intuitive.

*Avec quelques mois supplémentaires pour travailler sur ce projet, nous aurions consacré plus de temps à l'amélioration de la gestion des données, à l'aspect esthétique du dispositif ainsi que l'ajout d'une alerte sonore. Cela aurait permis d'alerter les utilisateurs lorsque la qualité de l'air ou la température dépasse un seuil critique. De plus, nous aurions approfondi les tests dans des environnements variés pour s'assurer de la robustesse du prototype dans différentes conditions de travail.

Conclusion :

Dans l'ensemble, ce projet a été une expérience enrichissante qui nous a permis de comprendre l'importance d'une bonne gestion de projet et d'une conception centrée sur l'utilisateur. Les recommandations proposées ci-dessus, si elles sont mises en œuvre dans les travaux futurs, pourraient améliorer considérablement le prototype et le rendre encore plus utile dans un environnement de travail réel.

8. Bibliographie

Simulation électrique : <https://www.tinkercad.com/things/8HPfuIFM4uD-copy-of-gng1503-air-quality-and-temperature>

Photo boutons : <https://m.media-amazon.com/images/I/61RlgXSoAQL.jpg>

Photo batterie+ convertisseur : <https://shop4makers.com/wp-content/uploads/2020/09/battplug.jpg>

Photo câble : https://www.celectronix.com/16339-large_default/lot-de-40-cable-m-f-arduino-jumper-cables.jpg

Photo résistance : <https://m.media-amazon.com/images/I/71DftJDlQyL. SX522 .jpg>

Photo Leds:

https://img.drz.lazcdn.com/static/pk/p/3e01549416355a814fe8ab0b6e1f12df.jpg_720x720q80.jpg

Photo écran LCD: <https://diyables.io/images/products/lcd-20x4-display-i2c.jpg>

Photo Arduino UNO :

<https://edutechwiki.unige.ch/fmediawiki/images/thumb/7/70/ArduinoUno.png/492px-ArduinoUno.png>

Image capteur MQ135 : <https://encrypted-tbn0.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcRztq02i72JHBqqMaIEbD-gkD28aqrzcFCq4g&s>

Image capteur DHT : <https://cdn.shopify.com/s/files/1/0300/6424/6919/files/DHT22-Pinout.jpg?v=1680067092>

APPENDICES

9. APPENDICE I : Fichiers de conception

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

MakerRepo: <https://makerepo.com/pnane046/2215.x21genius>

Documents référencés

Nom du document	Emplacement du document et/ou URL	Date d'émission

Arduino Help Center	Arduino Help Center	11/30/24
---------------------	-------------------------------------	----------

10. APPENDICE II : Autres Appendices

Code C

```
#include <LiquidCrystal_I2C.h>

#include <DHT.h>

#define DHTPIN A2

#define DHTTYPE DHT22

DHT dht(DHTPIN, DHTTYPE);

const int modeButtonPin = 6;

const int mesureButtonPin = 2;

const int mq135Pin = A0;

const int redLedPin = 13;

const int yellowLedPin = 8;

const int greenLedPin = 10;

bool mesureButtonState = false;

bool lastMesureButtonState = false;

bool modeButtonState = false;

bool lastModeButtonState = false;

bool isMeasuring = false;

bool gasWindow = false;

unsigned long lastMesureDebounceTime = 0;

unsigned long debounceDelay = 50;

unsigned long lastInteractionTime = 0; // Tracks the time of the last button press

const unsigned long screenTimeout = 60000; // Timeout duration in milliseconds

bool lcdActive = true; // Tracks the LCD state

LiquidCrystal_I2C lcd(0x27, 20, 4);

float avgTemp = 0;

float avgHum = 0;
```

```
float avgMq135 = 0;

const char* englishMessages[] = {

    "You are amazing!",

    "Great job!",

    "Believe in you!",

    "You can do it!",

    "Stay positive!",

    "Never give up!",

    "You're fantastic!",

    "Best is yet to come",

    "Keep smiling!",

    "You can achieve!",

    "Have a good day!",

    "Do your best!",

};

const char* messagesFrancais[] = {

    "Tu es incroyable!",

    "Bon travail!",

    "Crois en toi!",

    "Tu peux le faire!",

    "Reste positif!",

    "N'abandonne pas!",

    "Tu es genial!",

    "Le meilleur arrive",

    "Continue a sourire!",

    "Tu peux reussir!",

    "Bonne journee!",

    "Fait de ton mieux!"

};
```



```

int getRandomIndex() {

    return random(0, sizeof(englishMessages) / sizeof(englishMessages[0]));

}

float calculateFeelsLike(float temp, float hum) {

    float feelsLike = temp;

    if (temp < 27 || hum < 40) {

        return temp;

    }

    feelsLike = -8.784695 + 1.61139411 * temp + 2.338549 * hum - 0.14611605 * temp * hum

        - 0.012308094 * pow(temp, 2) - 0.016424828 * pow(hum, 2)

        + 0.002211732 * pow(temp, 2) * hum + 0.00072546 * temp * pow(hum, 2)

        - 0.000003582 * pow(temp, 2) * pow(hum, 2);

    return feelsLike;

}

void displayTempHumidityResults() {

    int temp = getRandomIndex();

    lcd.clear();

    lcd.setCursor(0, 0);

    lcd.print(messagesFrancais[temp]);

    lcd.setCursor(0, 1);

    lcd.print(englishMessages[temp]);

    lcd.setCursor(0, 2);

    lcd.print("Temp:");

    lcd.print(avgTemp);

    lcd.print("C ->");

    float feelsLike = calculateFeelsLike(avgTemp, avgHum);

    lcd.print(feelsLike);

    lcd.print("C");

```

```

    lcd.setCursor(0, 3);

    lcd.print("Humid:");

    lcd.print(avgHum);

    lcd.print("%");

    Serial.print("Temp: ");

    Serial.print(avgTemp);

    Serial.print("C, Feels Like: ");

    Serial.print(feelsLike);

    Serial.print("C, Humidity: ");

    Serial.print(avgHum);

    Serial.println("%");
}

void displayGasResults() {

    int temp = getRandomIndex();

    lcd.clear();

    lcd.setCursor(0, 0);

    lcd.print(messagesFrancais[temp]);

    lcd.setCursor(0, 1);

    lcd.print(englishMessages[temp]);

    lcd.setCursor(0, 2);

    lcd.print("Moyenne Gaz :");

    lcd.print(avgMq135);

    lcd.setCursor(0, 3);

    lcd.print("Average Gas :");

    lcd.print(avgMq135);

}

void controlLEDsBasedOnFeelsLike(float feelsLike) {

    // Turn off all LEDs initially

```

```

digitalWrite(redLedPin, LOW);

digitalWrite(yellowLedPin, LOW);

digitalWrite(greenLedPin, LOW);


// Control LEDs based on feels-like temperature

if (feelsLike < 18 || feelsLike >= 30) {

    digitalWrite(redLedPin, HIGH); // Red for extreme temperatures

} else if (feelsLike > 23.50 && feelsLike < 30) {

    digitalWrite(yellowLedPin, HIGH); // Yellow for warm temperatures

} else if (feelsLike >= 18 && feelsLike <= 23.50) {

    digitalWrite(greenLedPin, HIGH); // Green for comfortable range

}

}

void controlLEDsBasedOnGas(float gasValue) {

    digitalWrite(redLedPin, LOW);

    digitalWrite(yellowLedPin, LOW);

    digitalWrite(greenLedPin, LOW);


    if (gasValue > 800) {

        digitalWrite(redLedPin, HIGH);

    } else if (gasValue > 400 && gasValue <= 800) {

        digitalWrite(yellowLedPin, HIGH);

    } else if (gasValue <= 400) {

        digitalWrite(greenLedPin, HIGH);

    }

}

void updateLEDs() {

    if (gasWindow) {

```

```

    controlLEDsBasedOnGas(avgMq135);

} else {

    // Use feels-like temperature to control LEDs

    float feelsLike = calculateFeelsLike(avgTemp, avgHum);

    controlLEDsBasedOnFeelsLike(feelsLike);

}

}

void manageLCDTimeout() {

    // Check if the screen should turn off

    if (millis() - lastInteractionTime > screenTimeout && lcdActive) {

        lcd.noBacklight(); // Turn off the LCD backlight

        lcdActive = false;

    }

}

void wakeUpLCD() {

    if (!lcdActive) {

        lcd.backlight(); // Turn the backlight on

        lcdActive = true;

    }

}

void setup() {

    pinMode(modeButtonPin, INPUT);

    pinMode(mesureButtonPin, INPUT);

    pinMode(redLedPin, OUTPUT);

    pinMode(yellowLedPin, OUTPUT);

    pinMode(greenLedPin, OUTPUT);

```

```

digitalWrite(redLedPin, LOW);

digitalWrite(yellowLedPin, LOW);

digitalWrite(greenLedPin, LOW);


dht.begin();

lcd.init();

lcd.backlight();

Serial.begin(9600);


lastInteractionTime = millis(); // Set the initial interaction time


int temp = getRandomIndex();

lcd.setCursor(0, 0);

lcd.print(messagesFrancais[temp]);

lcd.setCursor(0, 1);

lcd.print(englishMessages[temp]);

lcd.setCursor(0, 2);

lcd.print("Appuie pour mesurer");

lcd.setCursor(0, 3);

lcd.print("Press to Measure");

}

void loop() {

    handleButtons();

    manageLCDTimeout();

}

void handleButtons() {

    bool currentModeButtonState = digitalRead(modeButtonPin) == HIGH;

    bool currentMesureButtonState = digitalRead(mesureButtonPin) == HIGH;

```

```

// Wake up the LCD if any button is pressed

if (currentModeButtonState || currentMeasureButtonState) {

    wakeUpLCD();

    lastInteractionTime = millis(); // Reset interaction timer

}

// Mode button logic

if (currentModeButtonState != lastModeButtonState) {

    lastMeasureDebounceTime = millis();

}

if ((millis() - lastMeasureDebounceTime) > debounceDelay) {

    if (currentModeButtonState != modeButtonState) {

        modeButtonState = currentModeButtonState;

        if (modeButtonState) {

            gasWindow = !gasWindow;

            lcd.clear();

            if (gasWindow) {

                displayGasResults();

            } else {

                displayTempHumidityResults();

            }

            updateLEDs();

        }

    }

}

lastModeButtonState = currentModeButtonState;

// Measure button logic

```

```

if (!isMeasuring) {

    if (currentMeasureButtonState != lastMeasureButtonState) {

        lastMeasureDebounceTime = millis();

    }

    if ((millis() - lastMeasureDebounceTime) > debounceDelay) {

        if (currentMeasureButtonState != measureButtonState) {

            measureButtonState = currentMeasureButtonState;

            if (measureButtonState) {

                lcd.clear();

                int temp = getRandomIndex();

                lcd.setCursor(0, 0);

                lcd.print(messagesFrancais[temp]);

                lcd.setCursor(0, 1);

                lcd.print(englishMessages[temp]);

                lcd.setCursor(0, 2);

                lcd.print("En cours de mesure");

                lcd.setCursor(0, 3);

                lcd.print("Measuring...");

                isMeasuring = true;

                measureSensors();

            }

        }

        lastMeasureButtonState = currentMeasureButtonState;

    }

}

void measureSensors() {

```

```

float tempSum = 0;

float humSum = 0;

float mq135Sum = 0;


const unsigned long measureDuration = 5000;

unsigned long startTime = millis();

int count = 0;


while (millis() - startTime < measureDuration) {

    float temperature = dht.readTemperature();

    float humidity = dht.readHumidity();

    int mq135Value = analogRead(mq135Pin);


    if (!isnan(temperature) && !isnan(humidity)) {

        tempSum += temperature;

        humSum += humidity;

        count++;

    }


    if (mq135Value > 0) {

        mq135Sum += mq135Value;

    }


    delay(100);

}


avgTemp = (count > 0) ? tempSum / count : 0;

avgHum = (count > 0) ? humSum / count : 0;

avgMq135 = (count > 0) ? mq135Sum / count : 0;

```



```
lcd.clear();

if (gasWindow) {

    displayGasResults();

} else {

    displayTempHumidityResults();

}

updateLEDs();

isMeasuring = false;

}
```