

Livrable H

Prototype III et rétroaction de clients

Membres de l'équipe :

Coulidiati Séréna

Kalivogui Anick

Rabarijaona Mario

Yekpogni Yann

Nganguem Kuinang Telesphore

Livrable Soumis à l'Université d'Ottawa dans le cadre du projet du cours de
GNG 1503 : Génie de la conception

© Université d'Ottawa, Faculté de Génie

Résumé

Ce rapport vise à présenter le développement de notre dernier prototype pour améliorer le contrôle de la température et de la qualité de l'air dans les espaces de travail de Services Partagés Canada, en réponse aux retours d'expérience collectés lors des tests du deuxième prototype. Le dispositif utilise un microcontrôleur Arduino Uno associés à des capteurs de poussière, de température, d'humidité, et de qualité de l'air.

Le rapport détaille les améliorations apportées ainsi qu'un plan d'essai complet pour le prototype final, en lien avec les objectifs du livrable G, intégrant les retours des utilisateurs pour garantir une solution optimisée et adaptés aux besoins de Service Partagés Canada.

Table des matières

1. Introduction.....	4
2. Description du prototype III.....	4
2.1 Présentation du prototype physique.....	4
2.2 Liste des composant mis à jour.....	8
3. Résultats et commentaires des tests sur le prototype 3	9
4. Rétroactions et améliorations proposées.....	10
4.1 Rétroaction du client.....	10
4.2 Rétroaction positives des utilisateurs	10
4.3 Rétroaction négative des utilisateurs	11
4.4 Améliorations proposées	12
5. Transfert de Connaissances et références aux Travaux Antérieurs	13
6. Plan d’essai et de prototypage pour le prototype 3	14
7. Conclusion	15
8. Trello.....	15

1. Introduction

La qualité de l'air et la régulation de la température dans les espaces de travail jouent un rôle crucial dans le bien-être, la productivité et la santé des employés. Ces facteurs ont un impact direct sur la performance des individus, ce qui rend essentiel l'adoption de solutions technologiques permettant de surveiller et d'optimiser ces paramètres. Dans le cadre de ce projet, Services Partagés Canada cherche à développer un système de surveillance en temps réel pour mesurer et analyser les conditions environnementales au sein de ses bâtiments. Ce système repose sur l'utilisation de capteurs avancés capables de détecter des variables clés telles que les particules fines, les gaz nocifs, l'humidité et la température.

Le présent livrable se concentre sur le développement d'un dernier prototype de ce système de surveillance, qui intègre les retours et recommandations obtenus lors des phases de test passé. Ce prototype vise à améliorer la précision des mesures, la convivialité de l'interface utilisateur. En parallèle, un plan d'essai détaillé sera élaboré pour recueillir des commentaires supplémentaires de la part des utilisateurs. Cette approche garantit non seulement la validation technique du prototype, mais aussi sa conformité avec les exigences fonctionnelles, en assurant une expérience utilisateur fluide et intuitive.

2. Description du prototype III

Le prototype conçu pour ce projet repose sur une intégration de divers capteurs et composants électroniques connectés via un microcontrôleur Arduino Uno. Dans cette partie, nous fournirons une vue d'ensemble détaillée des différents éléments qui composent le dispositif, en expliquant leur rôle et leur contribution au bon fonctionnement de l'ensemble du système. Les composants, choisis pour leur précision et leur fiabilité, incluent un capteur de température et d'humidité, un capteur de poussière un capteur qualité de l'air, ainsi que le module de connexion Wi-Fi ESP8266 pour le transfert des données. Un schéma de câblage accompagnera cette description pour illustrer l'assemblage du prototype.

2.1 Présentation du prototype physique

Ce prototype a été conçu dans le but de répondre au retours obtenu lors des tests du précédent prototype pour ainsi proposer une solution innovante a notre client(SPC). Dans ce prototype final, le montage du circuit est composé de capteurs de poussière, de capteur de température et d'humidité, de capteur de qualité d'aire, d'un esp8266, d'une batterie, d'un microcontrôleur Arduino Uno, de résistances, d'une plaque de prototypage et de câbles. Vous trouverez ci-dessous une photo du montage, du code, l'interface et du boitier.

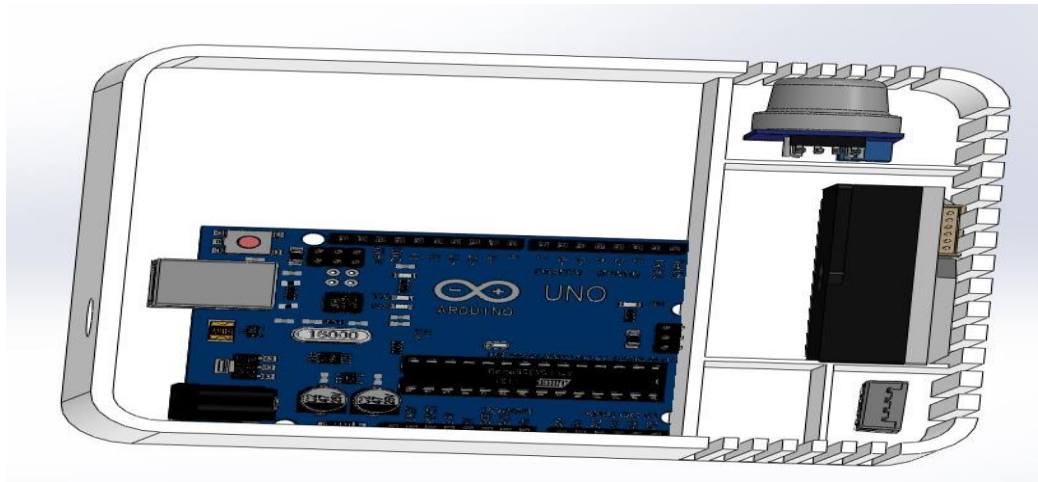


Figure 1 conception du boîtier avec capteur et son arduino uno

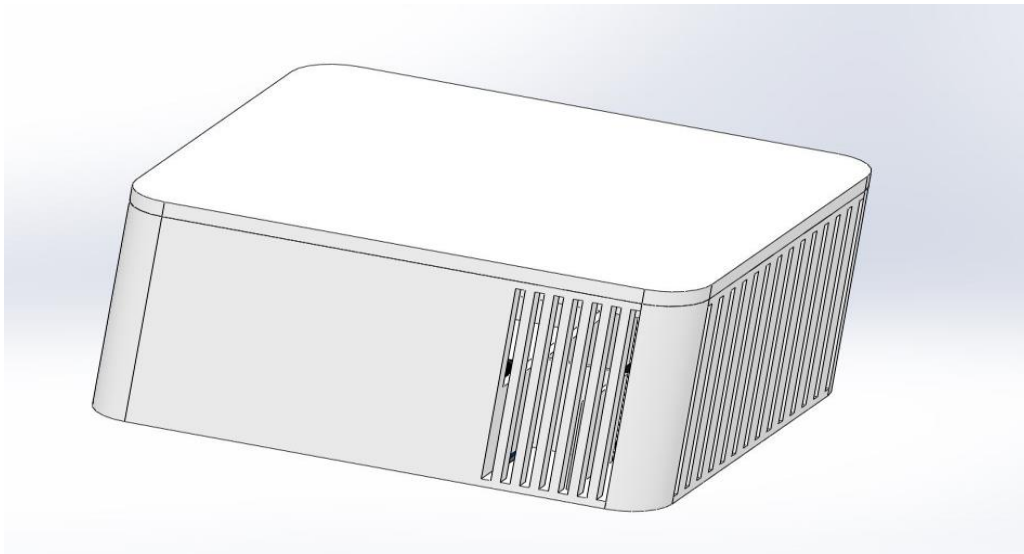


Figure 2: boîtier complet

Figure 3

```

programme_projet.ino
File Edit Sketch Tools Help
Arduino Uno
programme_projet.ino
25 #define Environment Environment_I2C
26
27 #define MQ135_PIN A0 // Broche du MQ-135
28 #define MQ135_MAX_VALUE 1023
29 #define MQ135_MIN_VALUE 0
30
31 #define DUST_SENSOR_PIN A1 // Broche du capteur de poussière
32 #define DUST_THRESHOLD 50.0 // Exemple : 50 mg/m³ (ajuste selon tes besoins)
33
34 void setup() {
35   // Initialisation des composants
36   Wire.begin();
37   Serial.begin(9600);
38   // Initialisation du DHT20
39   Environment.begin();
40   // Initialisation des autres capteurs
41   Serial.println("Initialisation des capteurs...");
42 }
43
44 void loop() {
45   // 1. Lecture des données du DHT20
46   Serial.print("Temperature = ");
47   Serial.print(Environment.readTemperature());
48   Serial.println(" C");
49   Serial.print("Humidity = ");
50   Serial.print(Environment.readHumidity());
51   Serial.println(" %");
52   // 2. Lecture des données du MQ-135
53   int mq135Value = analogRead(MQ135_PIN);
54   float concentrationPercent = map(mq135Value, MQ135_MIN_VALUE, MQ135_MAX_VALUE, 0, 100);
55 }

```

Figure 3 Code

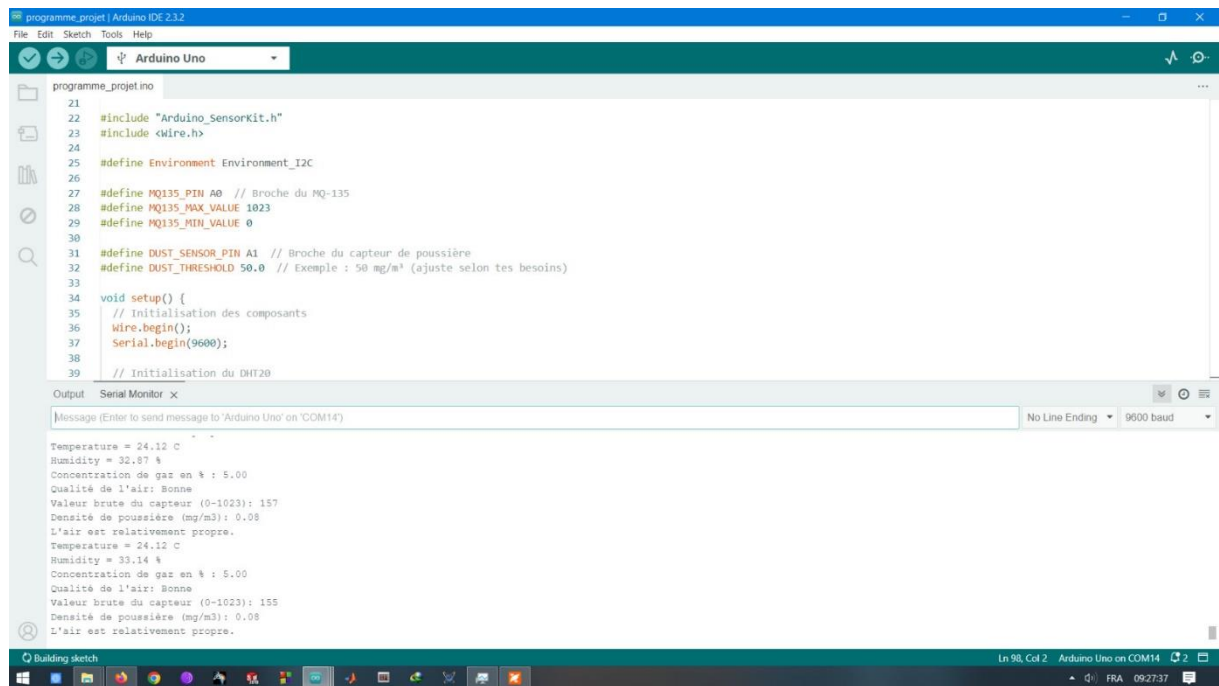


Figure 4 Suite du code et simulation

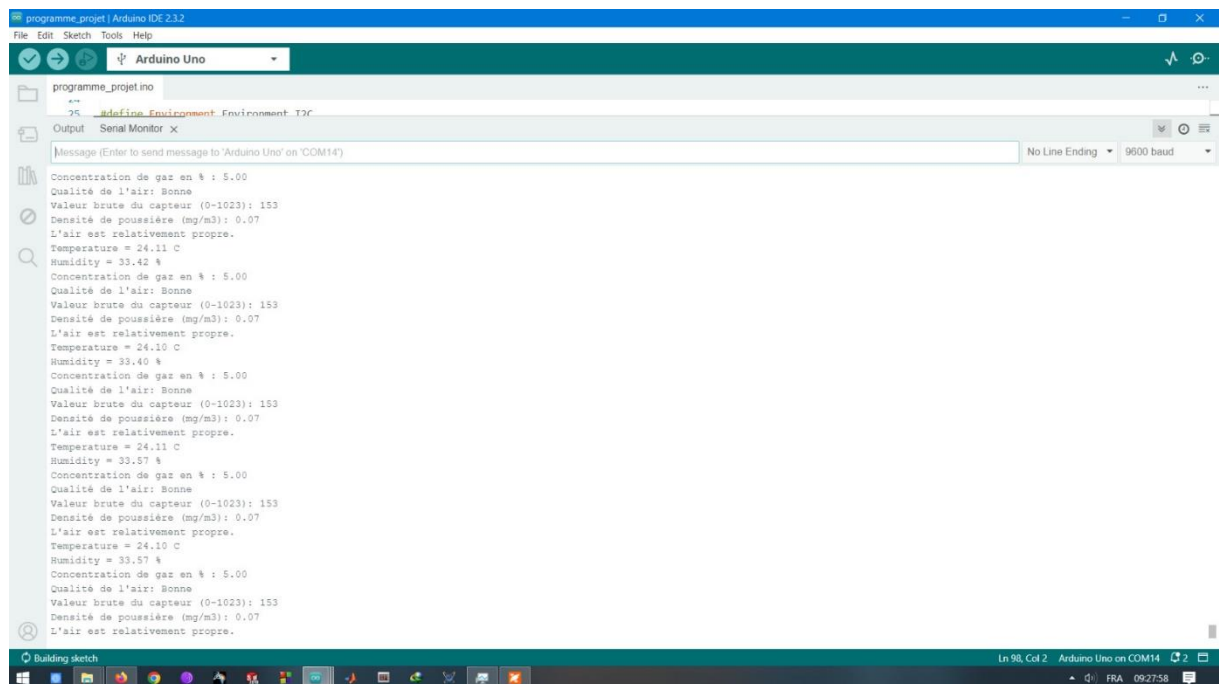


Figure 5 Simulation du code

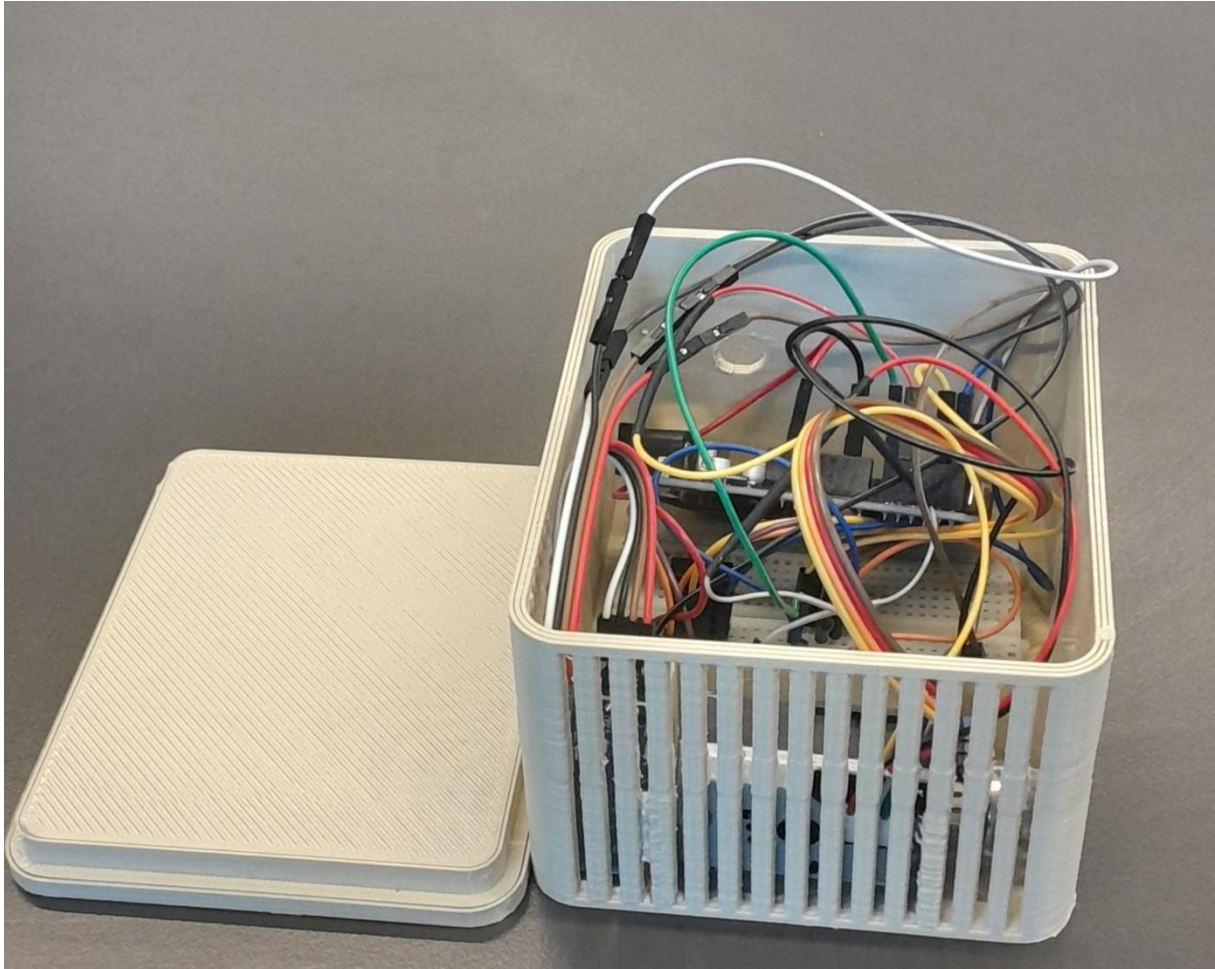


Figure 6 Prototype final avec le boitier



Figure 4 prototype final avec le boitier fermé

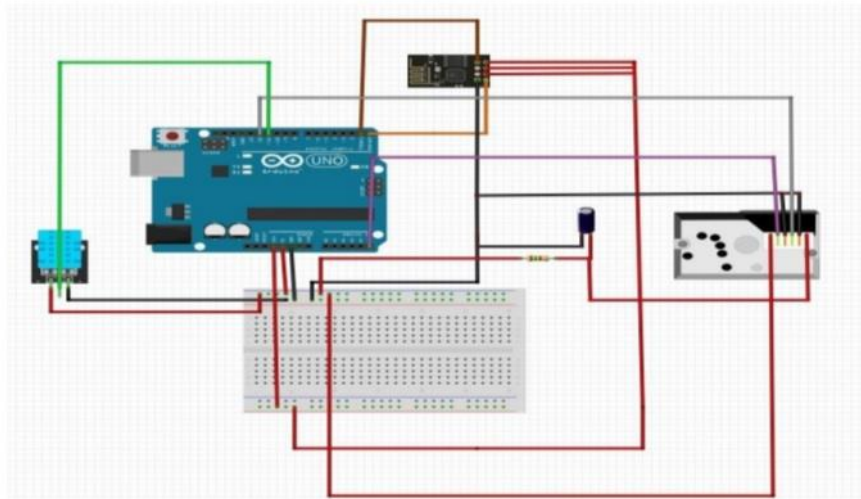


Figure 8 Schéma synoptique du prototype

2.2 Liste des composant mis à jour

Composant	Fonction	Justification du choix
DHT20	Mesure la température et l'humidité ambiante	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Haute précision pour de petites fluctuations ✓ Coût relativement faible ✓ Facile à implémenter ✓ Plage de mesure étendu ✓ Compacité et robustesse
ESP8266	Permet le transfert des informations mesurées par les capteurs et traitées par l'Arduino vers l'application mobile(l'interface)	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Faible coût ✓ Faible consommation d'énergie ✓ Connectivité wifi intégré ✓ Compatible avec le arduino ✓ Performance élevé ✓ Support logiciel étendu
Batterie	Permet d'alimenté le montage pour son bon fonctionnement	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Faible coût ✓ Capable d'alimenter le arduino et le montage sans avoir recourt à une source d'alimentation externe ✓ Capacité à stabiliser l'alimentation ✓ Sécurité en cas de coupure d'alimentation externe ✓ Supporte les modules à haute tension
Arduino uno	Traite les informations mesurées par les différent capteurs	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Faible coût ✓ Facile à implémenter ✓ Maintenance facile ✓ Facile à utiliser ✓ Polyvalence et extensibilité

MQ-135 Air Qualité Sensor	Mesure les paramètres de la qualité de l'air	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Sensibilité élevée ✓ Compatible au arduino ✓ Coût abordable ✓ Détection polyvalente
Optical Dust Sensor GP2Y1010AU0F	Mesure la quantité de particules fines contenu dans un atmosphère précis	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Détecte de façon précise des particules de poussière ✓ Faible consommation d'énergie ✓ Réponse en temps réel

3. Résultats et commentaires des tests sur le prototype 3

Après avoir mené les tests de manière rigoureuse, les résultats obtenus permettent d'évaluer la performance du prototype par rapport aux objectifs initiaux. Cette partie présente les résultats en détail en identifiant les points forts et les limites du dispositif. Une analyse approfondie des données de test est fournie pour interpréter les performances mesurées, avec des graphiques et des tableaux pour illustrer les observations clés. Les résultats permettent d'identifier des pistes d'amélioration et de valider l'efficacité du prototype dans un contexte réel.

Prototype 2	Critères	Valeur mesurée	Valeur ciblée	Commentaires
	Critère fonctionnel			
	Alerte sécurité	Sonne pendant 5 secondes	Sonne pendant moins de 3 secondes	Ne satisfait pas la valeur ciblée
	Efficacité des attaches	15mm	<=20mm	Satisfait parfaitement la valeur ciblée
	Mesure de la qualité de l'air	>=50 IQA En fonction de l'endroit	>=50 IQA En fonction de l'endroit	Satisfait parfaitement la valeur ciblée
	Mesure des particule fines	Mesure parfaitement	Détecte les particule fine	Satisfait la valeur ciblée
	Mesure du taux d'humidité	<=40%<= En fonction de l'endroit	<=60%<= En fonction de l'endroit	Satisfait partiellement la valeur cible
	Mesure de la température	<=22°C<= En fonction de l'endroit	<=22°C<= En fonction de l'endroit	Satisfait parfaitement la valeur ciblée
	Localisation des zones de confort	Détection partielle	Détection parfaite	Satisfait partiellement la valeur cible
	Critère non fonctionnel			
	Esthétique	15/40	25/40	Ne satisfait pas du tout la valeur cible

	Personnalisation	OUI	OUI	Satisfait à peu près la valeur cible
	Contrainte			
	Portabilité	OUI	OUI	Satisfait à peu près la valeur cible
	Coût	72,05\$	75\$	Satisfait à peu près la valeur cible

4. Rétroactions et améliorations proposées

À la suite des tests réalisés, il est crucial de tirer parti des enseignements obtenus pour perfectionner le prototype. Cette section propose une rétrospection détaillée sur les aspects à optimiser et présente des recommandations concrètes visant à améliorer tant la performance que la convivialité du dispositif. Les améliorations envisagées couvrent à la fois des ajustements techniques, des évolutions dans la conception logicielle, ainsi que des révisions de l'interface utilisateur, afin de répondre de manière plus adéquate aux besoins du client (SPC).

4.1 Rétroaction du client

Lors de la réalisation de ce projet, nous avons pu identifier que les utilisateurs ciblés par notre projet sont les fonctionnaires fédéraux. Nous avons présenté notre prototype au client lors de notre troisième et il s'est avéré que notre conception semblait leur plaire surtout l'interface utilisateur. En générale ils ont eu à apprécier le prototype et ont émis le besoin d'avoir un boîtier assez sobre pour passer inaperçu sur les murs. Ils ont aussi émis le souhait de pouvoir plus personnaliser l'interface en fonction des goûts de chacun. C'étaient leurs seules remarques et ils semblaient satisfaits de notre proposition. Comme utilisateur potentiel, nous avons demandé à des étudiants de se rejoindre dans une salle de classe où nous avons placé notre prototype. Il s'agissait simplement de vérifier que le capteur arrivait à détecter des problèmes concernant la qualité de l'air et de vérifier que l'appareil arrivait à détecter les variations de température en fonction du nombre de personnes qu'il y a autour de lui (car plus il y a de monde plus la température sera haute et moins il y a de personnes plus elle est basse. Quoique cette variation est assez basse.

Après avoir testé le prototype final, voici nos retours concernant sa performance, ses fonctionnalités et son esthétique. Nous avons pris en compte les objectifs du projet ainsi que les attentes des utilisateurs finaux et des clients pour fournir une évaluation complète.

4.2 Rétroaction positives des utilisateurs

1. Interface Utilisateur

- ✓ « L'interface est très claire et facile à comprendre. Je n'ai pas eu de difficulté à naviguer et à trouver ce que je cherchais. Le design est moderne et agréable. »
- ✓ « L'interface est réactive et bien adaptée à différents types d'écrans, ce qui est un grand atout, surtout pour les utilisateurs mobiles. »
- ✓ « J'aime bien l'interface il est accueillant. »

2. Performance du Prototype

- ✓ « Le prototype répond bien à mes actions, je n'ai pas observé de lenteur lors de la navigation ou des interactions courantes. Très réactif. »
- ✓ « La vitesse d'exécution pour des opérations simples est conforme à mes attentes. »
- ✓ « Votre prototype est plus performant que ceux a quoi je m'attendais vraiment. »

3. Fonctionnalités Clés

- ✓ « La recherche est rapide et efficace, ce qui est un grand plus pour moi. Les résultats sont pertinents et s'affichent instantanément. »
- ✓ « Les alertes et notifications sont bien implémentées, ce qui me permet de suivre les activités en temps réel. »

4. Boîtier et esthétique

- ✓ « Il n'est visuellement pas mal. »
- ✓ « En soit votre boîtier est propre et assez bien conçu. »

4.3 Rétroaction négative des utilisateurs

1. Interface Utilisateur

- ✓ « Certaines icones me paraissent assez inconnues donc je n'arrive pas à bien utiliser. »
- ✓ « Le design semble trop encombré à mon goût, ce qui rend la navigation un peu compliquée pour moi. »

2. Performance du Prototype

- ✓ « Votre prototype est un peu lent à mon goût dans la détection de la température et parfois il n'est pas précis. »
- ✓ « Bien qu'il soit performant, il faudrait essayer de réduire le temps d'alerte. »

3. Fonctionnalités Clés

- ✓ « Le prototype n'arrive pas à gérer plusieurs utilisateurs à la fois, c'est dommage. »

4. Boîtier et esthétique

- ✓ « Le boîtier est un peu trop grand à mon goût. »
- ✓ « Le prototype pas assez soigné. »

Prototype 3	Critères	Valeur mesurée	Valeur ciblée	Commentaires
	Critère fonctionnel			
	Alerte sécurité	Sonne pendant 2 secondes	Sonne pendant moins de 3 secondes	Satisfait parfaitement la valeur ciblée
	Efficacité des attaches	10mm	≤20mm	Satisfait parfaitement la valeur ciblée
	Mesure de la qualité de l'air	≥50 IQA En fonction de l'endroit	≥50 IQA En fonction de l'endroit	Test satisfaisant dans un environnement contrôlé
	Mesure des particule fines	Mesure parfaitement	Détecte les particule fine	Satisfait la valeur ciblée
	Mesure du taux d'humidité	Précision élevée	± 2%	Performant pour surveiller les variations à chaque endroit choisi
	Mesure de la température	Précision élevée	± 2%	Performant pour surveiller les variations environnementales
	Localisation des zones de confort	Détection rapide et bonne	Détection parfaite	Satisfait la valeur ciblée
	Critère non fonctionnel			
	Esthétique	32/40	25/40	Satisfait parfaitement la valeur ciblée
	Personnalisation	OUI	OUI	Satisfait à peu près la valeur cible
	Contrainte			
	Portabilité	OUI	OUI	Satisfait à peu près la valeur cible
	Coût	72,05\$	75\$	Satisfait à peu près la valeur cible

4.4 Améliorations proposées

Prototypes	Rétroactions(Clients/Utilisateurs)	
	Clients	Utilisateurs
Prototype1	Ils semblent avoir apprécié Le prototype que nous leur avons proposé. Ils ont été très satisfaits par l'interface. Ils n'ont pas vraiment fait de remarque négative, ont demandé s'il serait possible d'intégrer un capteur de CO2 dans le futur (ce qui est totalement possible mais qui n'a pas été fait par manque de moyen).	Ils ont apprécié la simplicité d'utilisation du prototype. Certains ont exprimé le souhait de pouvoir personnaliser d'avantage l'interface et les paramètres. Certains ont D'abord eu du mal à comprendre le fonctionnement du prototype, mais après explication, ça a été plus simple. Il y a également eu quelques inquiétudes concernant l'absence d'un capteur de CO2.

Prototype2	Ils semblent avoir apprécié Le prototype que nous leur avons proposé. Ils ont été très satisfaits par l'interface. Ils n'ont pas vraiment fait de remarque négative, ils ont demandé s'il serait possible d'avoir un boîtier sobre ayant une taille moyenne te qu'il se fond au mur et qu'il ait la capacité de plus personnalisé l'interface	De nouveau la simplicité a été appréciée. Nous avons en plus présenté aux utilisateurs potentiels un schéma réaliste du boîtier (car pas encore réalisé). L'esthétique du boîtier a été appréciée cependant certains étudiants nous ont fait remarquer que le boîtier était un peu trop simple. En dehors de cela, connaissant déjà le fonctionnement de l'appareil nous n'avons pas eu d'autres remarques. Nous pouvons donc en conclure que le prototype 2 était assez satisfaisant.
Prototype3	Ils le verrons à la journée de la conception	Bien que l'interface semble simple à utiliser, quelques tests supplémentaires avec des utilisateurs non familiers du projet sont nécessaires. Certains ont eu du mal à comprendre certaines interactions ou ont été confus par certaines icônes. Dans l'ensemble, nous sommes satisfaits du prototype final, qui répond à la majorité de nos attentes. Cependant, certaines améliorations sont nécessaires, notamment en termes de performance sous charge, d'accessibilité et de gestion des erreurs. Nous nous concentrerons sur ces axes avant le déploiement final. Nous sommes convaincus qu'avec ces ajustements, le prototype sera prêt à offrir une expérience utilisateur optimale, tout en répondant aux besoins et aux attentes des utilisateurs finaux et du client.

5. Transfert de Connaissances et références aux Travaux Antérieurs

Le développement du prototype final tire profit des connaissances acquises lors des livrables C, D, et E, F et G qui ont permis de mieux comprendre les performances et les limitations des différents capteurs ainsi que les manquements de l'interface. Par exemple, Suite aux observations du livrable G concernant leur besoin de personnalisé plus l'interface, une fonctionnalité a été intégré dans les paramètre de l'interface du prototype actuel pour répondre à cela. De même, le retour du livrable G concernant le boîtier a mené à la confection d'un boîtier qui nous en somme sur plaira au client et aux utilisateurs.

6. Plan d'essai et de prototypage pour le prototype 3

Prototypes					Tests			
N°	Types	Objectif	Fidélité	Quand réaliser	Objectif du test Pourquoi	Méthode de test Quoi	Usage des résultats Comment	Quand tester Quand
1	Physique ciblé	Performance de base	Faible	05/11/2024	Vérifier si le circuit est fonctionnel	Test de fonctionnalité	Nous mesurerons la quantité de poussière et Communiquer à travers le circuit l'information à l'interface	08/11/2024
2	Physique ciblé	Performance de base	Moyenne	06/11/2024	Vérifier si le code marche	Test de fonctionnalité	Nous procéderons à une simulation du Code en vue de détecter la variable non définie et vérifier s'il affiche sur l'interface	09/11/2024
3	Physique ciblé	Performance de base	Moyenne	07/11/2024	Vérifier si la batterie est capable de faire Fonctionner le circuit	Test de fonctionnalité	Nous Déconnecterons le câble qui lie la carte arduino au pc pour savoir si réellement la batterie peut faire tenir le montage	10/11/2024
4	Physique complet	Performance de tout le système	Elevé	18/11/2024	Vérifier si tout le système fonctionne et si la connexion avec l'interface prends	Test de fonctionnalité	Nous essayerons de prendre la température et le taux d'humidité de certains endroit et voir si la détection est instantané est si la communication a l'interface est rapide	21/11/2024

7. Conclusion

Le livrable H a permis la conception et le développement d'un prototype innovant répondant aux objectifs de surveillance et d'amélioration de la qualité de l'air dans les bureaux de Services Partagés Canada. À travers un processus structuré et une approche méthodique, nous avons réussi à intégrer les fonctionnalités essentielles tout en respectant les spécifications cibles.

Ce prototype constitue une base solide pour le déploiement d'une solution complète et durable. En intégrant des améliorations continues et les retours des utilisateurs, notre objectif est de fournir un produit final performant, adaptable et évolutif, capable de répondre au mieux au besoin du client.

8. Trello

<https://trello.com/b/cwAcDu34/groupe-fb23-projet-gng-1503>