

GNG 1503

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

MAISON ISOLATION

Soumis par:

ClimaTech - FE31

Chamsiya ABDOUL SAMAD, 300451562

Toni EL-KHOURY, 300450762

Salif ISSAKA, 300453601

Wisseem MOUSSOUNI, 300401344

Mikka SAVOEDA, 300418413

05 avril 2025

Université d'Ottawa

Table des matières

| | |
|--|----|
| Introduction | 2 |
| Conventions | 6 |
| Mises en garde & avertissements | 6 |
| Considérations pour la configuration | 8 |
| Vue d'ensemble de la configuration | 8 |
| Connexion aux autres items / éléments existants | 8 |
| Outils nécessaires | 9 |
| Considérations pour l'accès des utilisateurs | 9 |
| Accéder/installation du système | 9 |
| Organisation du système & navigation | 10 |
| Quitter le système | 11 |
| Fonction/Caractéristique donnée | 13 |
| Sous-fonction/Sous-caractéristique donnée | 14 |
| Messages ou comportements d'erreur | 15 |
| Considérations spéciales | 15 |
| Entretien | 15 |
| Assistance | 16 |
| APPENDICES | 26 |
| APPENDICE I: Fichiers de conception | 26 |

Introduction

Ce manuel d'utilisation et de produit (MUP) fournit les informations nécessaires aux utilisateurs pour exploiter efficacement la maison d'isolation thermique, et sert de documentation complète du produit développé dans le cadre du projet **GNG 1503 – Génie de la conception** à la Faculté de génie de l'Université d'Ottawa.

Ce manuel s'adresse aux types d'utilisateurs ciblés, qui incluent des professionnels de l'isolation thermique, des enseignants, des étudiants en génie, ainsi que des utilisateurs intéressés par la construction durable. Ce document vise à offrir des instructions claires sur l'utilisation, la manipulation et l'entretien du prototype, tout en décrivant les caractéristiques clés qui font la différence dans le domaine de l'isolation thermique.

La structure du document est organisée comme suit : après cette introduction, une vue d'ensemble détaillée du prototype sera fournie, suivie des instructions spécifiques à son utilisation, des consignes de sécurité et de confidentialité, ainsi que des recommandations pour les tests et l'entretien du produit.

Il est important de noter que ce produit a été conçu dans un souci de durabilité, de performance thermique, et de réutilisabilité, et son utilisation doit se faire dans le respect des consignes de sécurité associées à l'interaction avec des matériaux à haute performance thermique.

Aperçu

Le **Prototype final** a été conçu pour répondre à des besoins fondamentaux en matière d'isolation thermique tout en offrant une durabilité et une réutilisabilité accrues. Il a été développé à partir des résultats obtenus des prototypes précédents et a été testé pour garantir des performances optimales. Ce prototype se distingue par sa capacité à maintenir une différence de température stable de **4°C** après **30 minutes** d'exposition à la chaleur, surpassant l'objectif initial de **3°C**.

Problème et Importance

L'isolation thermique est un défi essentiel dans la construction moderne, en particulier pour des solutions écologiques et économiques. La capacité d'un matériau à maintenir la chaleur tout en étant durable et facile à manipuler est primordiale. Le **Prototype III** aborde ces enjeux de manière efficace, et sa conception vise à répondre aux besoins spécifiques des utilisateurs tout en optimisant les ressources disponibles.

Besoins des Utilisateurs

Les utilisateurs de ce produit nécessitent des solutions d'isolation thermique fiables, mais aussi des matériaux durables qui peuvent être manipulés sans risque de dégradation. Le **Prototype final** répond à ces besoins en offrant une performance thermique avancée, une durabilité à toute épreuve, et une facilité d'utilisation, particulièrement importante dans un cadre pédagogique ou professionnel.

Caractéristiques Distinctives et Valeur Ajoutée

Ce prototype présente plusieurs caractéristiques distinctives qui le rendent plus performant que les solutions concurrentes disponibles :

Efficacité thermique avancée : Une différence thermique d'au moins **4°C** a été observée après 30 minutes d'exposition à la chaleur, assurant ainsi une isolation efficace même dans des conditions extrêmes.

Durabilité structurelle : Le prototype a résisté à **10 cycles de manipulation** sans déformation, prouvant sa robustesse et sa capacité à être utilisé à long terme.

Réutilisabilité des matériaux : Aucune perte de performance n'a été observée après plusieurs cycles de manipulation, ce qui garantit une longue durée de vie du produit.

Esthétique et interactivité : En plus de sa fonctionnalité, le prototype a reçu des retours positifs sur son design, avec un score moyen de **8/10** pour son aspect esthétique et sa facilité d'utilisation.

Architecture et Construction du Système

Le **Prototype final** repose sur une **structure en métal renforcée**, avec des matériaux d'isolation thermique sélectionnés pour leur efficacité, tels que la **mousse XPS**, la **laine de roche**, et un **film aluminium**. Le produit a été conçu pour être facilement manipulé, avec un cadre dépliable et une interface simple. Le produit permet aux utilisateurs de tester et d'interagir avec les différentes parties du système, tout en étant robuste et capable de résister aux tests pratiques.

Un **schéma fonctionnel** illustrant les différentes parties du système et leur fonctionnement peut être trouvé ci-dessous pour mieux comprendre la construction du produit.



Conventions

Dans ce manuel, les conventions suivantes sont utilisées pour faciliter la compréhension des instructions :

- **Action requise** : Chaque action que l'utilisateur doit entreprendre sera précédée de la mention "Action", suivie des instructions précises.
- **Précautions** : Lorsque des précautions ou des avertissements sont nécessaires, ils seront clairement indiqués sous forme de **mises en garde**, pour assurer la sécurité des utilisateurs.

Mises en garde & avertissements

Avant de manipuler la maison d'isolation thermique, les utilisateurs doivent prendre en compte les points suivants :

1. **Manipulation sécurisée** : Bien que le prototype soit conçu pour être durable, une manipulation excessive pourrait compromettre l'intégrité des matériaux. Il est recommandé de suivre les instructions de manipulation pour éviter toute déformation.
2. **Sécurité thermique** : Lorsque le produit est exposé à des sources de chaleur pour les tests thermiques, il est important de ne pas toucher directement les surfaces pendant et après l'exposition à la chaleur.
3. **Entretien** : Pour garantir une longévité maximale, évitez tout contact avec des substances chimiques agressives. Nettoyez uniquement avec des produits adaptés.
4. **Considérations de sécurité incendie** : Bien que le prototype ait été testé pour sa durabilité thermique, il est recommandé de poursuivre les tests en termes de sécurité incendie pour une future commercialisation.

Pour commencer

1. Objectif du prototype

Ce prototype simule une maison miniature chauffée par un sachet de chaleur réutilisable placé à l'intérieur. Le but est d'atteindre une température cible tout en respectant un budget maximal pour l'achat des matériaux isolants. L'utilisateur doit insérer les isolants entre les parois en bois et les panneaux en acrylique, puis observer les variations de température à l'aide d'un thermomètre intégré.

2. Séquence d'utilisation du système

Étape 1 – Assemblage de la structure

L'utilisateur monte la base, les murs en bois, et les panneaux en acrylique comme décrit dans les sections suivantes.

Étape 2 – Ouverture du toit

Le toit (en acrylique) est conçu pour pouvoir être retiré facilement, ce qui permet d'insérer les matériaux isolants dans les espaces creux entre les murs en bois et l'acrylique.

Étape 3 – Insertion des matériaux isolants

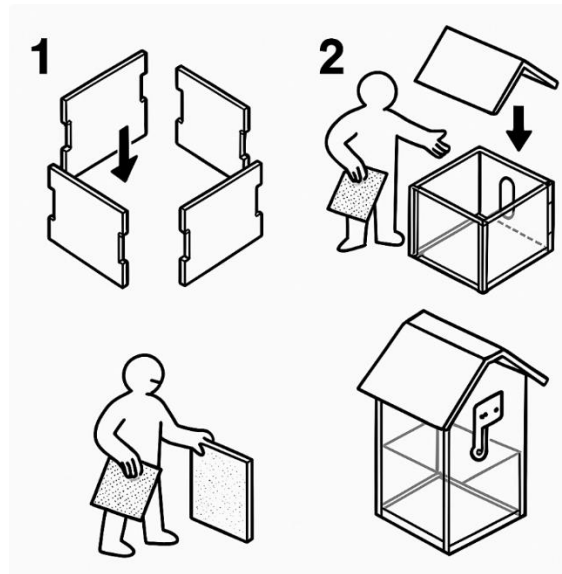
L'utilisateur choisit des matériaux isolants (ex : mousse, laine, papier aluminium), en respectant le budget fourni, et les insère dans les murs.

Étape 4 – Activation du sachet de chaleur

Le sachet est activé (en le pliant pour déclencher la réaction), puis placé au centre de la maison.

Étape 5 – Lecture de la température

Grâce au thermomètre intégré, l'utilisateur observe comment les matériaux isolants influencent la température interne. L'objectif est de maximiser la rétention de chaleur et d'atteindre la température cible.



Considérations pour la configuration

Le système prend la forme d'une maison miniature composée principalement de pièces en bois et en acrylique transparent. Il est conçu pour être facile à assembler et démonter sans avoir besoin d'outils complexes. Le tout repose sur une base en bois, où sont fixées les différentes parties.

Vue d'ensemble de la configuration

- Base en bois : la fondation sur laquelle tout le reste est fixé.
- Murs en bois : quatre pièces formant les côtés verticaux, s'emboîtant à la base et entre elles.
- Panneaux en acrylique : utilisés pour recouvrir la structure, deux grands, un moyen, et un avec un toit intégré.
- Thermomètre : inséré dans les trous prévus, avec le capteur à l'intérieur de la maison et l'affichage visible à l'extérieur.

Connexion aux autres items / éléments existants

Le capteur de température (thermomètre) fonctionne de manière autonome, mais peut aussi être connecté à un microcontrôleur comme Arduino si l'on souhaite suivre ou enregistrer les données. Le système est modulaire, ce qui permet de remplacer ou modifier certaines pièces (comme le toit ou les murs) selon les besoins. Il peut également s'intégrer dans un environnement éducatif pour tester des capteurs ou simuler des conditions environnementales.

Outils nécessaires

La conception est pensée pour ne nécessiter aucun outil complexe. Cependant, pour faciliter le montage ou le démontage, les éléments suivants peuvent être utiles :

- Petite règle ou gabarit (pour l'alignement précis des encoches)
- Pince plate ou spatule fine (pour dégager doucement les pièces emboîtées)
- Gants légers (optionnels, pour éviter de laisser des traces sur l'acrylique)

Considérations pour l'accès des utilisateurs

Utilisateurs potentiels et groupes d'utilisateurs :

Notre produit est une maison miniature interactive conçue pour enseigner aux élèves de la 4^e à la 7^e année les concepts d'isolation et de conservation de l'énergie. Les utilisateurs principaux sont donc des enfants âgés de 9 à 13 ans, ainsi que leurs enseignants et animateurs d'ateliers éducatifs.

Accessibilité :

Notre prototype est très accessible pour n'importe qui à tout âge à partir de 9 ans. Bien qu'il soit interactif, il nécessite une certaine compréhension du concept de matériaux potentiellement dangereux, étant donné qu'il y a des coins tranchants et que le matériau est très durable, donc solide. N'importe quelle utilisateur peut utiliser notre prototype si ils ont comme but de leurs éduquer sur le concept d'isolation en milieu de travail d'un ingénieur civil.

Restrictions :

Notre produit est démontable pour être plus transportable, ce que nous voulons intégrer dans l'atelier pour augmenter le niveau de difficulté avec des jeunes plus âgés. Ce qui nous ramène à la restriction de l'assemblage pour les enfants de 9 ans, car ils ne savent pas vraiment comment assembler les matériaux assez rapidement dans un atelier limité dans le temps, donc cette étape est vraiment réservée aux élèves plus âgés ou à ceux que les animateurs jugent capables de le faire.

Accéder/installation du système

Pour commencer, installez la base en bois, qui constitue la structure principale du prototype. Il s'agit de la plus grande pièce, facilement identifiable. Ensuite, insérez les pièces de bois dans les trous de la base en utilisant les encoches prévues à cet effet. Utiliser les encoches les plus proche au centre pour les bois, et les plus loin pour les acryliques (paragraphe 2). Les coins

de ces pièces possèdent également des encoches : emboîtez-les ensemble afin de former une structure solide. Veillez à orienter la face sans encoches vers le haut.

Une fois cette structure en place, prenez les trois pièces d'acrylique standard et fixez-les à la base en alignant leurs encoches avec les trous. Assemblez-les entre elles de manière à former un cadre. La face sans encoche de chaque pièce doit être orientée vers le haut. Les deux pièces les plus longues doivent se faire face. Assurez-vous que la pièce d'acrylique comportant un trou est alignée avec la pièce de bois qui présente également un trou.

Enfin, répétez le même processus avec la dernière pièce d'acrylique, celle comportant le toit attaché. Insérez le thermomètre dans les deux trous prévus à cet effet, de façon à ce que l'indicateur soit visible à l'extérieur et que le capteur se retrouve à l'intérieur de la maison.

Organisation du système & navigation

1. Structure de base

La base en bois constitue la fondation du prototype. Elle est percée de plusieurs trous destinés à accueillir les autres pièces du système. Des encoches sur les bords permettent de fixer solidement les murs latéraux en bois. La base assure la stabilité de l'ensemble du système et sert de support commun pour toutes les autres composantes.

2. Murs latéraux en bois

Quatre pièces de bois verticales forment les murs latéraux de la maison. Elles sont fixées à la base à l'aide des encoches et sont également reliées entre elles dans les coins pour assurer la rigidité de la structure. Une des pièces comporte un trou destiné à l'installation de capteurs ou autres accessoires électroniques.

3. Panneaux en acrylique

Trois panneaux d'acrylique transparent sont ajoutés autour de la structure en bois. Deux sont longs et sont positionnés en face à face, tandis qu'un troisième plus petit ferme un côté. Une des pièces d'acrylique est percée pour permettre la connexion avec les capteurs. Ces panneaux permettent une visualisation interne du système tout en maintenant la structure protégée.

4. Toit en acrylique avec capteur intégré

La dernière pièce d'acrylique est fixée au sommet de la structure, jouant le rôle de toit. Elle est pré-assemblée avec un capteur de température (thermomètre). Le thermomètre est inséré dans deux

ouvertures, de manière à présenter son affichage à l'extérieur tout en maintenant le capteur à l'intérieur, mesurant ainsi les conditions internes du système.

5. Système de mesure – Thermomètre

Le thermomètre est l'élément principal de la fonctionnalité de mesure. Son rôle est de capter la température intérieure de la maison prototype. Grâce à sa double position (capteur à l'intérieur, affichage à l'extérieur), il permet à l'utilisateur de visualiser les données environnementales sans avoir à démonter le système.

Quitter le système

Commencez par retirer délicatement le thermomètre en le faisant glisser hors des deux trous. Veillez à ne pas forcer afin de ne pas endommager le capteur ni la structure.

Ensuite, retirez la dernière pièce d'acrylique, celle avec le toit attaché, en la désassemblant doucement de la structure. Mettez-la de côté avec précaution.

Poursuivez en démontant les trois pièces d'acrylique standard. Séparez-les les unes des autres, puis retirez-les de la base en bois. Faites attention à l'orientation des pièces afin de pouvoir les réassembler plus facilement par la suite.

Une fois les pièces d'acrylique retirées, passez aux éléments en bois. Séparez d'abord les coins emboîtés, puis retirez chaque pièce de bois de la base en les dégageant doucement des encoches.

Enfin, rangez la base en bois. Empilez ensuite les pièces d'acrylique, de la plus grande à la plus petite, en les plaçant sur la base. Faites de même pour les pièces de bois, en suivant le même ordre du plus grand au plus petit. La pièce d'acrylique avec le toit attaché doit être rangée à part, de préférence à plat, afin d'éviter toute déformation ou dommage.

Utiliser le système

Déroulement de l'activité :

1. Introduction (5 minutes) :

L'animateur introduit le thème avec une question :

« Pourquoi certaines maisons gardent mieux la chaleur que d'autres ? »

On parle brièvement de la chaleur, des pertes thermiques et des matériaux isolants.

2. Assemblage de la maison (10–15 minutes) :

Chaque élève ou groupe reçoit un kit de maison prédécoupé (murs, toit, fond, attaches), façon puzzle.

Les morceaux s'emboîtent ou se fixent avec des charnières simples, sans outils dangereux.

Étapes pour les élèves :

- Assembler les murs et le toit
- Choisir et fixer des matériaux isolants à l'intérieur (ex. : coton, coussinets en mousse, etc.)
- Fermer la maison et insérer le thermomètre dans l'ouverture prévue

3. Prédictions (5 minutes) :

Les élèves remplissent une petite fiche où ils indiquent :

- Les matériaux choisis
- Leur hypothèse sur la température à la fin du test.

4. Test thermique (10 minutes)

- Un Heat pad est placé dans chaque maison. ● Après avoir fermé les maisons, on les laisse reposer pendant 10 minutes.
- Les élèves relèvent ensuite la température intérieure à l'aide du thermomètre numérique.

5. Comparaison & discussion (5–10 minutes)

Chaque groupe partage ses résultats.

Quelle maison a le mieux gardé sa chaleur ? Pourquoi ?

L'animateur explique les différences selon les matériaux et la manière dont la maison a été assemblée.

6. Conclusion (5 minutes)

On termine par un rappel des apprentissages :

- Pourquoi bien isoler une maison ?
- Quel est l'impact sur l'environnement et la consommation d'énergie ?
- Comment ce qu'ils ont appris s'applique dans la vraie vie ?

Fonction/Caractéristique donnée

La fonction principale de notre système est de simuler les effets de différents matériaux isolants sur la conservation de la chaleur dans un bâtiment. Le prototype représente une maison miniature composée de parois en bois et en acrylique transparent, dans laquelle l'utilisateur peut insérer divers matériaux isolants. Un sachet de chaleur réutilisable est placé à l'intérieur comme source thermique, et un thermomètre numérique permet d'observer les variations de température. Cette expérience a pour but d'enseigner de façon interactive les principes de conduction thermique, d'isolation, et de conservation de l'énergie.

Fonctionnalités à maîtriser par l'utilisateur

- **Assemblage du prototype** : emboîter les murs en bois et les panneaux en acrylique à l'aide des encoches.
- **Insertion des isolants** : choisir des matériaux (ex. : mousse, laine, aluminium) à insérer entre les parois.
- **Utilisation du sachet de chaleur** : activer et positionner correctement au centre de la structure.
- **Lecture de température** : interpréter les données affichées sur le thermomètre externe.

Comportements attendus

L'utilisateur est censé :

- Comprendre les effets des matériaux isolants sur la température.
- Effectuer une comparaison entre plusieurs essais avec différents isolants.
- Respecter les consignes de sécurité et manipuler le prototype avec soin.

Instructions Spéciales

- Ne pas utiliser de sources de chaleur autres que le sachet fourni.
- Insérer uniquement les matériaux autorisés (non-inflammables, non toxiques).
- S'assurer que le thermomètre est bien en place et orienté correctement.

Mises en garde et exceptions

- Le prototype contient des coins potentiellement tranchants : manipulation avec précaution.
- Une insertion incorrecte du thermomètre ou une mauvaise étanchéité des murs peut entraîner des lectures inexacts.
- Le sachet de chaleur ne doit pas être surchauffé ou réutilisé sans être complètement refroidi.
- L'activité doit être réalisée sous supervision pour les enfants de 9 à 10 ans.

Sous-fonction/Sous-caractéristique donnée

Description

Le système comporte une sous-fonction clé : l'utilisation de **modules d'isolation amovibles**, permettant de comparer l'efficacité de différents matériaux.

Composants inclus

- Plaques de mousse prédécoupées
- Feuilles de papier aluminium
- Morceaux de laine de coton
- Panneaux rigides légers (carton recyclé)

Utilisation prévue

L'utilisateur sélectionne un matériau, l'installe dans l'espace prévu entre la paroi en bois et la plaque d'acrylique, puis referme la structure. Il peut ainsi tester un isolant à la fois et effectuer des essais répétés en changeant seulement ce composant.

Dépannage & assistance

Notre prototype est conçu comme un assemblage de pièces qui s'emboîtent de manière similaire à un casse-tête. Certaines de ces pièces sont pratiquement identiques ou se ressemblent beaucoup, ce qui peut entraîner des erreurs lors de l'assemblage. Pour remédier à cela, nous avons identifié et marqué chaque pièce afin de faciliter leur reconnaissance et leur placement correct. De plus, les pièces identiques sont interchangeables, ce qui signifie qu'une fois qu'un type de pièce est correctement identifié, son positionnement peut être ajusté en conséquence.

Messages ou comportements d'erreur

Nos matériaux sont très durables, rendant leur casse peu probable. Cependant, si cela devait arriver, les parties les plus susceptibles de se briser sont les dents de connexion, car elles contiennent moins de matière, et les charnières, qui subissent le plus de contraintes dans l'ensemble de notre prototype.

Pour utiliser le prototype de manière à éviter d'endommager ces parties, il est important de ne jamais forcer les dents des matériaux dans leurs trous de connexion. Toutes les pièces s'ajustent parfaitement ; si une résistance est ressentie, c'est probablement que la pièce n'est pas correctement positionnée.

Concernant les charnières, en raison des mouvements et des contraintes qu'elles subissent, elles peuvent se casser si elles ne sont pas manipulées avec soin. Il est donc essentiel de ne pas les plier dans des directions non prévues et de ne pas les utiliser de manière imprudente, comme un jouet. Elles doivent être utilisées uniquement dans leur fonction prévue, c'est-à-dire pour ouvrir et fermer le toit de la maison.

Considérations spéciales

Pour prolonger la durée de vie du prototype et éviter les erreurs critiques, il est recommandé de :

- **Ne jamais forcer l'assemblage.** Si une pièce ne s'insère pas naturellement, vérifier l'orientation et l'alignement.
- **Limitier les démonstrations aux mouvements essentiels.** Par exemple, ouvrir le toit uniquement lorsque nécessaire.
- **Éviter l'exposition à la chaleur excessive.** Bien que conçu pour des tests thermiques, le prototype n'est pas destiné à des températures au-delà de celles générées par un sachet de chaleur standard.
- **Privilégier l'encadrement par un adulte ou un animateur,** notamment lors de l'assemblage ou du démontage avec des enfants plus jeunes.
- **Prévoir une pièce de rechange pour les composants sensibles,** comme les dents ou les charnières (si possible dans le kit).

Entretien

Notre prototype ne nécessite pas d'entretien particulier. Il est simplement important de conserver tous les matériaux ensemble afin d'éviter toute perte. Toutefois, l'acrylique utilisé pour montrer l'isolation dans les murs creux doit être maintenu propre pour assurer une visibilité optimale. Pour ce faire, nettoyez les surfaces en acrylique avec de l'eau tiède savonneuse et un chiffon doux en microfibre, en veillant à rincer régulièrement le chiffon pour éviter de rayer la surface. Évitez l'utilisation de produits contenant de l'ammoniac, des solvants ou de l'alcool, car

ils peuvent endommager l'acrylique. Après le nettoyage, il est recommandé d'appliquer un nettoyant antistatique adapté au plastique pour empêcher l'attraction de la poussière et maintenir la clarté de l'acrylique plus longtemps.

Assistance

Nous offrons l'assistance par courriel et par numéro de téléphone.

Support technique et production :

Courriel de support ClimaTech : Climatech@gmail.com ou msavo019@uottawa.ca

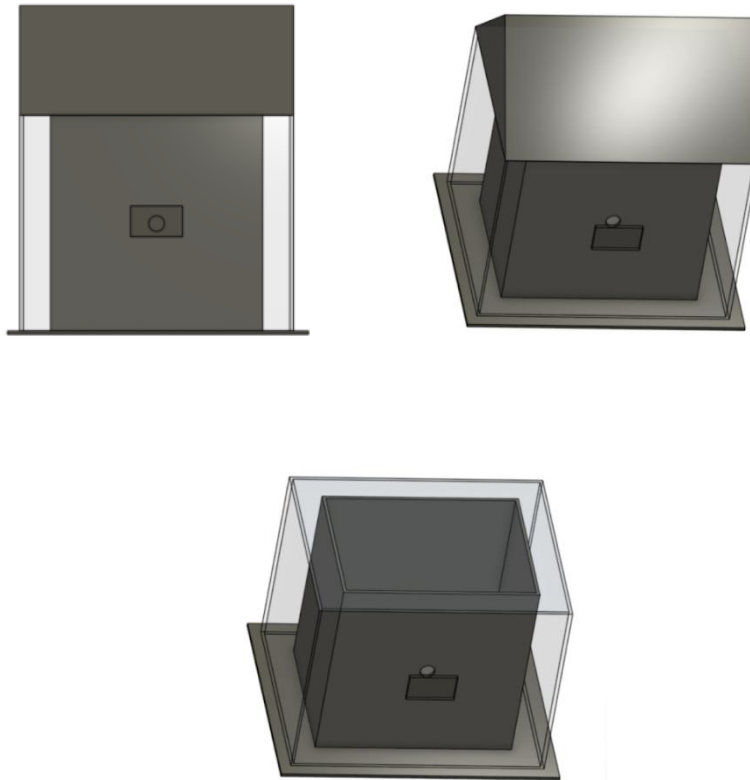
Numéro de téléphone de support ClimaTech : 873-288-2422

Documentation du produit

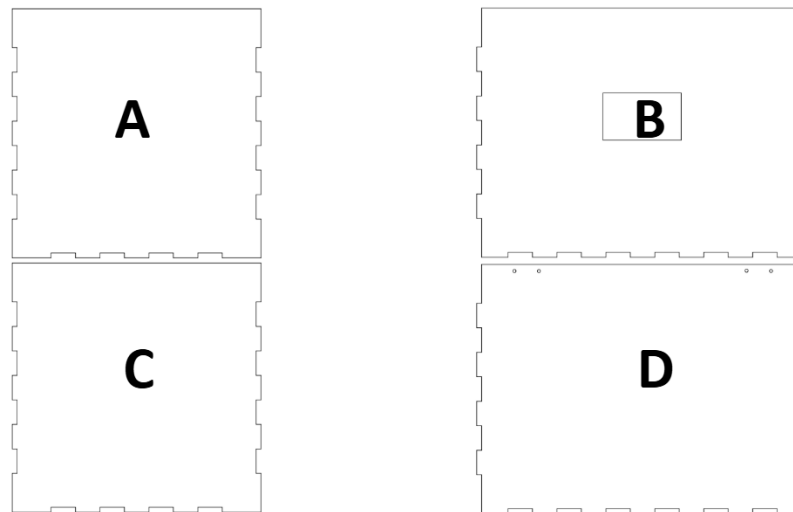
Durant la phase de conceptualisation du produit, nous avons réalisé plusieurs conceptions assistées par ordinateur (CAO) afin de mieux visualiser et comprendre notre prototype. Pour ce faire, nous avons utilisé différents logiciels, notamment Onshape pour la modélisation 3D et Inkscape pour les graphiques 2D.

Nous avons commencé par créer des modèles sur Onshape, ce qui nous a permis d'analyser notre prototype sous différents angles, notamment d'un point de vue physique et mécanique. Cette étape était essentielle pour anticiper les problèmes potentiels liés à l'assemblage, à l'ergonomie et à la solidité des composants. Inkscape a ensuite été utilisé pour concevoir des éléments visuels plus précis, tels que des découpes laser ou des étiquettes, et pour affiner certains aspects esthétiques du produit.

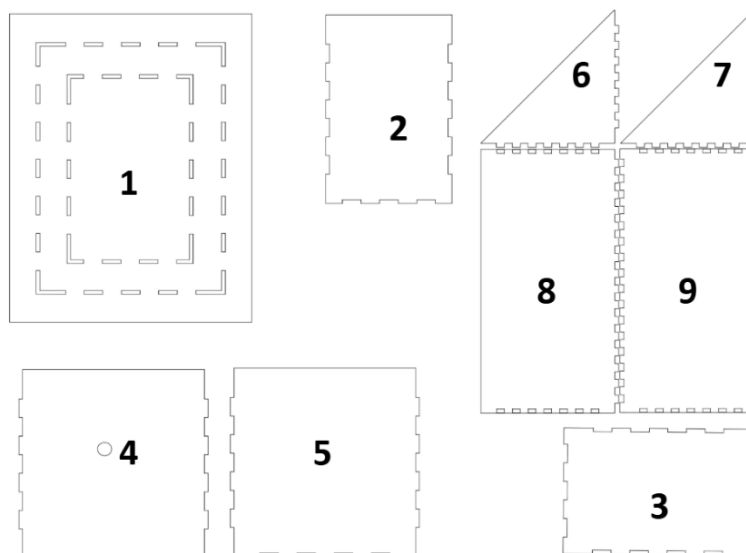
Le OnShape du prototype final



Le inkscape des morceaux des murs extérieurs (acrylique)



Le inkscape des morceaux de la base, les murs intérieurs et le toit (MDF)



Sous-système 1 : L'assemblage de notre prototype final :

NDM (Nomenclature des Matériaux):

| Matériels | Coût | Lien | Description |
|-----------------------|--|---|---|
| MDF sheets | Makerstore : 3,00\$/ Sheet (X1 = 3,00\$) | Makerstore : https://makerstore.ca/products/mdf?variant=50852000006200 | Dimensions : <ul style="list-style-type: none"> Makerstore : 18" x 24" x 1/8" <p>Nous allons découper notre design avec le découpeur laser afin d'avoir des morceaux des murs intérieurs de notre modèle.</p> |
| Acrylic sheets | Makerstore : 20,00\$/ Sheet (X1 = 20,00\$) | Makerstore : https://makerstore.ca/products/acrylic-sheet?variant=50851840753720 | Dimensions : <ul style="list-style-type: none"> 18" x 24" x 1/8" <p>Nous allons découper notre design avec le découpeur laser afin d'avoir des morceaux des murs extérieurs de notre modèle.</p> |

Liste d'équipements:

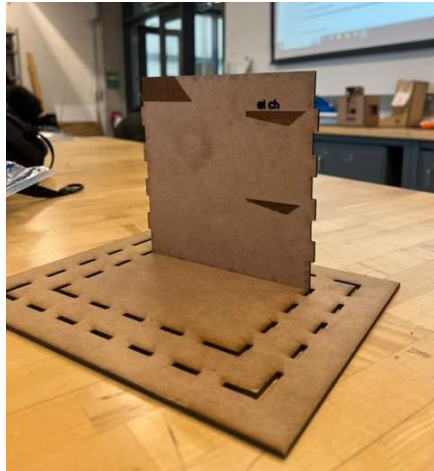
- Découpeur laser

Instructions:

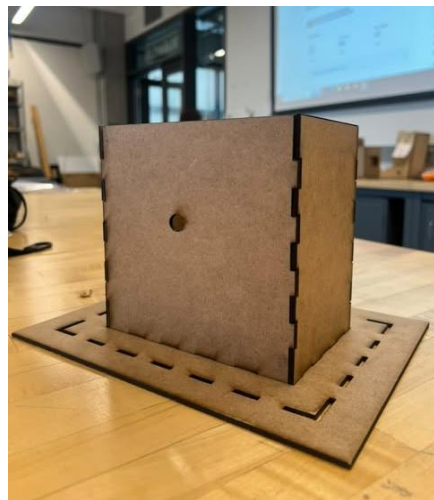
Assemblage de la maison :

Étape 1 : Entre les dents du bas des morceaux 2, 3, 4 dans le groupement de trous inférieur sur morceau 1, les morceaux des murs devront aussi se mettre ensemble avec les dents sur la droite et gauche, afin de produire les murs internes de la maison.

Assemblage de morceaux 5 avec morceau 1.

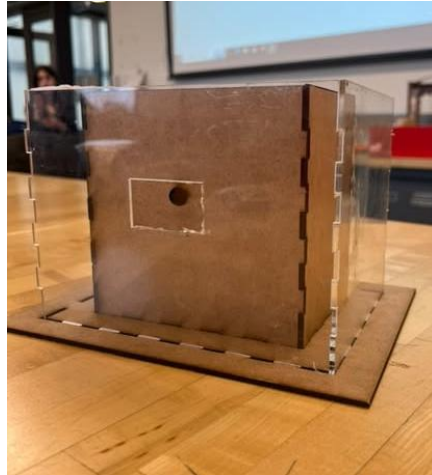


Assemblage des morceaux 5, 4, 3 et 2 entre eux même et morceau 1.

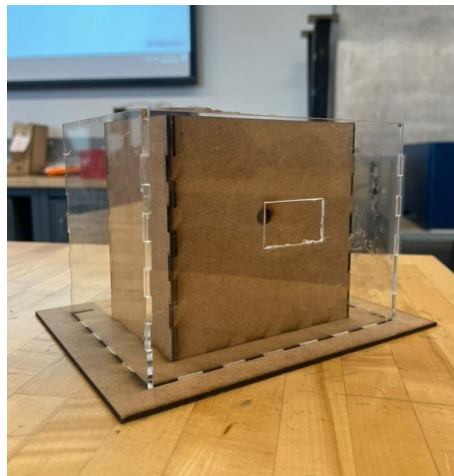


Étape 2 : Entrer les dents du bas des morceaux A, B et C dans le groupe de trous extérieurs dans morceau 1, afin de produire les murs extérieurs.

Assemblage des morceaux B et A entre eux même et avec morceau 1.



Assemblage des morceaux C, B et A entre eux même et avec morceau 1.



Étape 3 : Morceau D est incluse dans l'assemblage du toit, après l'assemblage entre les dents du bas du morceau D dans les trous restants du morceau 1.

Assemblage des morceaux D (+ toit), C, B et A entre eux même et avec morceau 1.



Essais & validation

Nous avons faites notre prototype 2 sur onShape là où nous avons mesuré tous les mesure et fonctionnement, nous nous sommes mis en d'accord que nous voulons le désassemblage de notre produit soit plus facile donc la colle principale de notre projet serait des dents sur chaque pièce, en excluant la connection avec le toit. Avec cette information nous avons bien choisi les épaisseurs de nos matériels afin que lorsque nous avons fait nos dessins des dents sur inscapes et nous coupons notre matériel avec le découpeur laser, toutes les dents et les trous sont de la bonne épaisseur pour se mettre ensemble.

Sous-système 2 : La connection du toit et de la base de notre prototype final

NDM (Nomenclature des Matériaux) :

| Matériels | Coût | Lien | Description |
|--------------|------------------|--|--|
| Hinge | 4,50\$/ Boîte | Dollarama : https://www.dollarama.com/en-ca/p-natural-wood-box-assorted-models/3023681 | Dimensions : <ul style="list-style-type: none"> N/A <p>Nous allons utiliser le hinge, les vices et le clasp d'une boîte en bois comme nos appliances pour le toit de notre produit</p> |

Listes d'équipements :

- Tournevis

Instructions :

Assemblage du toit et la connection à la base de la maison :

Étape 1 : Entre les dents des morceaux 6, 7, 8 et 9, afin de produire un toit de forme de prisme à base triangulaire isocèle.

Étape 2 : Avec les trous trouver dans morceau 9 et les trous présents dans morceau D, en utilisant le tournevis et les vices mettez ensemble les deux morceaux à l'aide des hinges.

Assemblage du toit (morceau 9) et morceau D à l'aide des hinges



Retourne à l'assemblage du prototype

Essais & validation :

Bien que tout autre morceau de notre prototype se connectent avec des dents, le toit connecte avec la base de la maison avec des hinges, donc nous avons donc besoins de faire des trous dans notre inkscape, parce que le matérielle durable que nous avons choisi, l'acrylique et le MDF, a tendance de se briser si nous avons perforer un trou plus tard lors de l'assemblage. Donc avec ses trous, de diamètre des petits vices qui vient avec les hinges, déjà découpé lors du découpeur laser nous avons pu assemblés le toit avec la base.

Sous-système 3 : Thermomètre dans notre prototype final

NDM (Nomenclature des Matériaux) :

| Matériels | Coût | Lien | Description |
|------------------------------|--------------------------------------|---|---|
| Thermomètre | 3,20\$/ Chaque (X5 = 16,00\$) | Amazon : https://www.amazon.ca/dp/B0CTG3VY44/ref=spsa_dk_detail_0?psc=1&pd_rd_i=B0CTG3VY44&pd_rd_w=BARrt&content-id=amzn1.svm.516c2169-755e-413a-a38a-68230f4ab66f&pf_rd_p=516c2169-755e-413a-a38a-68230f4ab66f&pf_rd_r=62SYVPCQMV1WA1T1T9BK&pd_rd_wg=XmWLx&pd_rd_r=eehc283-a5a8-413f-a390-000cc07900ba&s=kitchen&sp_csd=d2lkZ2V0TmF1ZT1zcF9kZXRxhaWw | Dimensions : <ul style="list-style-type: none"> 1,89" x 1,14" x 0,55" <p>Nous allons acheter un paquet de 5, donc c'est un investissement. (Battery lifetime environ 6 mois)</p> |
| Balls de coton | 1,25\$/ Sac (X5 = 6,25\$) | Dollarama : https://www.dollarama.com/en-ca/p-cotton-balls-100pk/0101928 | Dimensions : <ul style="list-style-type: none"> 100 g <p>Nous allons utiliser des balles de coton comme premier type d'isolant (Mimics fiberglass). Réutilisable.</p> |
| Sheets de styromousse | 1,50\$/ Sheet (X3 = 4,50\$) | Dollarama : https://www.dollarama.com/en-ca/p-white-foam-board/3041651 | Dimensions : <ul style="list-style-type: none"> 20" x 30" x 0,2" <p>Nous allons utiliser des sheets de styromousse comme deuxième type d'isolant. Réutilisable.</p> |
| Heat pads (Hot poc) | 12,99\$/ 5 pads | Amazon: https://www.amazon.ca/Reusable-Instant-Warmers-Heating-Compress/dp/B0CL4D82BX/ref=sr_1_4_sspa?crid=19YP7EVW12AYAT&dib=evJ2IjoiMSJ9.3MmS-kL-9aWviNE3OITBW8MgebIpnZo30X5XFS143O7vcFlj9GRqZz6WlPhO79jwWal3GpoZOggTiaCJF4_PjzDikFl6vJuBMt4iSc86SSGu44GtcJIKFCMg9lrRhOvdHOYyOhjKsoGwuryj-mmEJqPPEAnL5L16OqGq_X-0s-ocvjxZCqz5nOqtczHlohThb1cqUEX2C_bhxRDHHWpyXb5dAKWv3P6oN52FvrPSz71tz0vXr03gXMwN7DO63GEo516GDcasoIHJf4NGqNZ-U77kdga7LGzRciVKGsuUaIs.3wl-HX39JHkrBTFvEbR6OLLRaMTMRSxjFwD1WgQovKo&di_b_tag=se&keywords=small%2Bheat%2Bpack%2Bcaps%2C146&sr=8-84&spreffix=small%2Bheat%2Bpack%2Caps%2C146&sr=8-4-spons&sp_csd=d2lkZ2V0TmF1ZT1zcF9hdGY&th=1 | Dimensions : <ul style="list-style-type: none"> N/A réutilisable <p>Nous allons utiliser ces pads comme source de chaleurs pour notre produit</p> |

Liste d'équipements:

- N/A

Instructions :

Étape 1 : Ouvrez le toit du prototype de maison préalablement assemblé. Insérez le thermomètre dans le trou prévu à cet effet sur le mur extérieur en acrylique, puis faites passer le fil à travers le trou correspondant sur le mur intérieur en MDF.

Étape 2 : Refermez le toit du prototype et mesurez la température de la chambre intérieure.

Étape 3 : Ouvrez le toit du prototype, activez le pack chauffant conformément aux instructions du fabricant, puis placez-le dans la chambre intérieure afin d'augmenter la température interne.

Étape 4 : Refermez le toit du prototype et mesurez à nouveau la température de la chambre intérieure.

Étape 5 : Commencez l'activité en insérant des matériaux isolants dans les murs du prototype.

Assemblage du thermomètre dans la maison avec matériaux isolants.



Essais & validation :

Nous avons fait des tests afin de bien voir l'effet des matériaux isolants de notre prototype en lieu de l'atelier. Nous avons pu confirmer le fonctionnement du thermomètre les Heat pads et de plus le fonctionnement de notre atelier.

Réflexion sur les matériaux :

L'un des aspects positifs de notre liste de matériaux et du fonctionnement de notre produit est que le coût est principalement influencé par notre choix d'utiliser de l'acrylique. Cependant, l'acrylique est principalement un choix esthétique et non fonctionnel, ce qui signifie que nous pourrions facilement le remplacer par un autre matériau moins coûteux de même épaisseur, comme le MDF (Medium Density Fiberboard).

Conclusions et recommandations pour les travaux futurs

Au cours de ce projet, nous avons tiré plusieurs leçons importantes, tant sur le plan technique que sur le plan humain. Nous avons compris que pour qu'un prototype pédagogique soit réellement efficace, il doit être à la fois simple, clair et engageant, surtout lorsqu'il s'adresse à un jeune public. Nous avons également réalisé l'importance d'une **communication fluide** et d'une **répartition équilibrée des tâches** au sein de notre équipe : une meilleure organisation dès le début nous aurait permis de gagner du temps et d'approfondir certains aspects du projet. Cela fait écho à ce que nous avons retenu du cours GNG1503, notamment sur la valeur du **travail collaboratif**, de la **gestion du temps** et de la **prise de recul pour avoir une vision d'ensemble**. Si nous avions eu quelques mois de plus, nous aurions planifié davantage à l'avance, mieux réparti les responsabilités, et pris le temps d'améliorer l'**esthétique de nos maisons** pour les rendre plus attrayantes et pédagogiques. Nous aurions aussi aimé intégrer des **capteurs électroniques** avec une interface visuelle afin de rendre l'expérience encore plus interactive et immersive. Faute de temps, nous avons dû mettre de côté certaines idées comme la diversité des formes de maisons ou la création d'un guide pédagogique, mais ce sont là des pistes prometteuses pour les futurs groupes qui souhaiteraient faire évoluer et enrichir notre projet.

APPENDICES

APPENDICE I: Fichiers de conception

Table 1. Documents référencés

| Nom du document | Emplacement du document et/ou URL | Date d'émission |
|-----------------|---|-----------------|
| MakerRepo | https://makerepo.com/wissemmousouni/2450.gng-1503-fe31-climatech | 6 mars 2025 |