OASIS URBAIN

Mia Abboud , Nada Chebihi,

Équipe: Mia abboud, Nada Chebihi Alexandre Monsef, Laëtitia Sarikey

27-05-2024
ARC 6888 - Les laboratoires interfaces - Jean-Paul Boudreau
La Chaire Fayolle-Magil Construction Université de Montréal

Introduction

Aujourd'hui, face aux défis environnementaux croissants de notre époque, une nouvelle approche durable de la construction en bois émerge comme une solution prometteuse pour renforcer l'autosuffisance alimentaire et minimiser l'empreinte carbone en milieu urbain. C'est sur cette base que le cours Laboratoire Interfaces se concentre. Il s'agit d'une activité multidisciplinaire de la Chaire Fayolle-Magil Construction en collaboration avec le projet LAB_BOIS_R&D. Ce travail de recherche créatif est axé sur l'innovation dans la construction en bois au Québec.

Le laboratoire Interfaces 2024 a comme objectif de concevoir le prototype d'une serre solaire urbaine et passive en bois quatre saisons sur le campus de l'Université de Montréal. L'objectif est de concevoir une structure modulaire, facilement assemblable, légère, préfabriquée et érigée sur des fondations permanentes et solides. Cette serre doit également être autonome, permettant ainsi de sensibiliser à l'autosuffisance alimentaire et de diminuer l'émission de gaz à effet de serre.

Le processus doit prendre en considération la notion fondamentale de "technologie appropriée", déjà présente dans des projets existants en Afrique. Cette notion indique qu'une serre n'implique pas uniquement la performance technique de la structure, mais aussi de porter attention à son milieu environnemental et à ses ressources disponibles. Il faut donc évaluer la technique et l'efficacité d'un objet par rapport au contexte ou milieu spécifique dans lequel il s'établit.

De plus, en considérant l'empreinte de carbone dans la construction qui dépend des matériaux utilisés, il est important d'opter pour des produits locaux et accessibles pour réduire les dommages environnementaux. C'est pour cela que le bois est le matériau principal du prototype.

Six principes fondamentaux ont été considérés lors de la conceptualisation de notre serre pour permettre une efficacité quatre saisons :

1. L'importance d'une lumière uniforme à spectre complet et dispersée
2. Le captage optimal de l'énergie solaire
3. Le stockage optimal de cette énergie et la réduction des pertes thermiques
4. L'utilisation optimale et responsable de l'eau et des nutriments
5. La délimitation des zones à l'intérieur de la serre en fonction des besoins en lumière, en chaleur et en eau des différentes plantes, sans oublier les points de socialisation
6. La forme, l'enveloppe et le mode de construction optimal dans un esprit de sobriété carbone (opérationnel et intrinsèque)

Les aspects de construction sont aussi à explorer comme le contreventement des structures légères en bois, la protection des structures en bois face à l'humidité, à l'eau et à la neige, la stratégie d'assemblage des composantes en bois.

Sommaire

Introduction 2

Problematique 4

Inspirations et conceptualisation 4

- Tempos 4
- Pepinières 5
- Temporary Home for Walk & Talk Festival 5
- Serres verticales 5

L'Oasis urbain 6

- La verticalité de la serre 6
- La double paroi 6

Principes 8

- 1. Lumière uniforme à spectre complet et dispersée 8
- 2. Captage optimal de l'énergie solaire 9
- 3. Stockage optimum de l'énergie et réduction des pertes thermiques 9
- 4. Utilisation optimale et responsable de l'eau 11
- 5. Intégration Sociale - Expérience immersive 11
- 6. La forme, l'enveloppe et le mode de construction 11

La construction du prototype 12

- Base 12
- Cadres internes et externes 13
- Toit 13
- Tiroirs 13
- Revêtements interne et externe 13

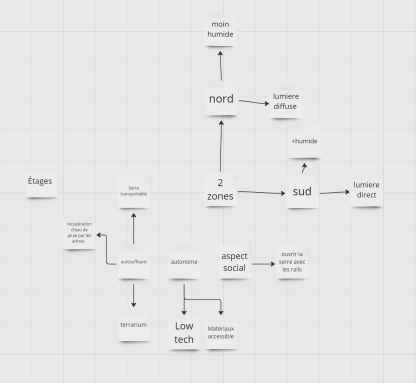
Regard critique 14

Conclusion 15

Bibliographie 16

Problématisation

Comment concevoir une serre intégrant les éléments emblématiques de Montréal pour promouvoir l'agriculture et l'interaction communautaire de manière durable dans un environnement urbain ?



L'image typique qui nous vient à l'esprit lorsque l'on pense à une serre solaire est celle d'une "maison à plantes" ou d'un "tunnel de plantes", constituée d'une structure métallique avec un revêtement en verre ou en film plastique. Bien que ces modèles soient utilisés à Montréal, ils sont principalement conçus pour la culture des plantes. L'accès au public n'est donc pas considéré lors de leur conception puisque cela entraînerait un risque de contamination des plantations et de perturbation du microclimat établi.

L'enjeu principal posé pour la conception du prototype a donc été de répondre à cet enjeu de pouvoir habiter la serre. L'espace conçu serait facilement accessible au public tout en optimisant la croissance des plantes en évitant le contact direct avec celles-ci.

Un second objectif est la modularité et la flexibilité de la serre. Elle pourrait ainsi s'implanter dans divers emplacements : que ce soit dans un espace public, dans une ruelle permettant aux différentes habitations qu'elle dessert d'en profiter, ou même dans une cour privée. La typologie de la serre devrait donc bien s'harmoniser avec les différentes habitudes visuelles montréalaises.

Inspirations et conceptualisation

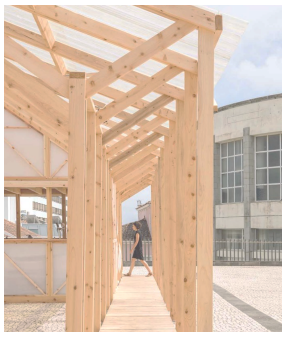
Tempos

Chaque hiver, les Montréalais se préparent à installer leur tempo pour protéger leurs voitures des conditions climatiques extrêmes du Canada. Notre objectif était de reprendre ces formes familières pour créer une serre intéressante et intégrée harmonieusement dans l'environnement urbain, avec une histoire propre à la ville de Montréal. L'idée était d'offrir une expérience suffisamment familière pour ne pas brusquer les usagers, tout en étant assez innovantes pour les inciter à la découvrir dans le but de promouvoir l'agriculture en milieu citadin.

Pepinières

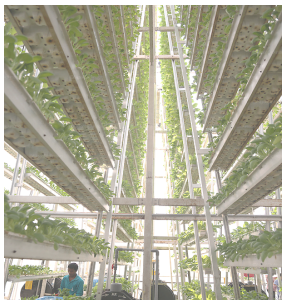
Les pépinières représentent des lieux où l'on cultive de jeunes arbres et plantes, fournissant un environnement protégé et optimal pour leur croissance. Ces espaces sont conçus pour faciliter la culture grâce à des équipements flexibles et modulaires, permettant un accès facile aux plantes sans compromettre leur croissance. Ils sont équipés de plusieurs systèmes coulissants et de structures accessibles à différentes échelles, simplifiant ainsi les opérations essentielles telles que l'arrosage et la transplantation.

Temporary Home for Walk & Talk Festival



Structurellement, pour pouvoir concevoir la forme souhaitée tout en respectant les propriétés portantes du bois, le prototype s'inspire du projet "Temporary Home for Walk & Talk Festival" conçu par Mezzo Atelier. L'architecture de cette structure, avec ses doubles parois, présente des similitudes avec la vision que nous avons pour notre serre solaire. Cette inspiration contribue non seulement à l'efficacité structurelle, mais aussi à l'esthétique générale du projet.

Serres verticales



L'organisation des bacs de plantes dans notre prototype s'inspire fortement des innovations observées dans les serres verticales, comme celle de Skygreens à Singapour. Ce modèle de serre optimise l'utilisation de l'espace par une disposition verticale des cultures, réduisant considérablement l'empreinte au sol tout en maximisant la production agricole dans un environnement urbain dense.

Avec ces références en tête, nous avons cherché à combiner la familiarité et l'efficacité de ces espaces avec une approche conceptuelle adaptée aux besoins variés de nos usagers.

L'Oasis urbain

La verticalité de la serre

L'adoption d'une serre verticale fut un choix stratégique pour optimiser la récolte de plantes et rendre la serre plus efficace et accessible à un large public.

Le principal avantage de cette configuration est de libérer de l'espace au sol pour intégrer un espace intérieur plus large, créant ainsi un espace de socialisation plus grand et agréable pour nos usagers. Cela facilite également la circulation et rend la serre plus accessible et conviviale pour les Montréalais. La serre deviendrait ainsi un espace de rencontre et de partage pour renforcer l'aspect communautaire.

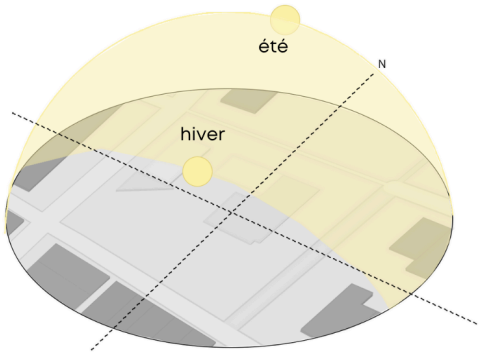
Un autre avantage concerne le rendement. En effet, la disposition sur plusieurs niveaux permet d'installer plus de plantes de manière flexible et modulaire, offrant ainsi la possibilité de planter différents types de plantes en fonction des préférences.

La double paroi

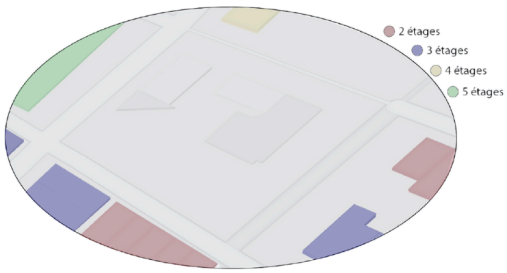
Les plantes sont disposées de part et d'autre de la structure dans une double paroi inspirée des terrariums. Cette double paroi permet de créer un microclimat avec des températures stables. Elle maintient une couche d'air isolante, minimisant ainsi les pertes thermiques. Contrairement aux terrariums traditionnels, la membrane interne peut être détachée à l'aide de velcro disposé sur les faces de la serre. Cela permet de rester hermétique en hiver, tout en offrant la possibilité d'ouvrir la membrane interne pour accéder aux plantes sans difficulté. Cette conception assure une température adéquate pour la croissance des plantes dans la double paroi, même pendant les mois d'hiver où les températures sont extrêmes.

Implantation de la serre

Afin de démontrer la flexibilité et l'adaptabilité de notre prototype de serre, nous avons choisi un site sur la place publique devant la station de métro Mont-Royal pour la première implantation. Cet emplacement stratégique, au cœur du Plateau Mont-Royal, est non seulement un carrefour urbain très fréquenté mais aussi un lieu dynamique et très passant où les vendeurs de fruits et légumes de style pépinière s'installent. L'intégration de notre serre dans cet espace public enrichirait donc le paysage urbain, offrant une harmonie visuelle et fonctionnelle avec les activités commerciales existantes.



Orientation du soleil



Cadre bâti environnant

L'emplacement bénéficie d'un excellent ensoleillement, essentiel pour la performance de la serre, car les constructions environnantes, plus élevées, sont situées principalement au sud, laissant le

champ libre aux rayons du soleil venant du nord. Cette exposition favorise une croissance optimale des plantes et permet le bon fonctionnement du prototype.

De plus, l'aspect passant de cette zone maximise l'interaction avec le public, augmentant ainsi l'intérêt et la curiosité des résidents locaux. Cette proximité offre donc une opportunité de sensibiliser le public à l'importance de l'agriculture urbaine et de l'autosuffisance alimentaire. L'installation de notre prototype ici démontre la potentialité d'une série de structures similaires pouvant être déployées dans divers contextes urbains, soulignant ainsi la modularité et la flexibilité du design.

Principes

1. ***Lumière uniforme à spectre complet et dispersée***

La forme de chapiteau des tempos est également un choix stratégique pour notre serre, car elle permet une diffusion optimale de la lumière à l'intérieur. Les deux surfaces inclinées offrent une meilleure réflexion de la lumière. Cette forme permet également de limiter les zones d'ombrage pour garantir que chaque plante reçoit une quantité adéquate de lumière pour un développement optimal.

De plus, le toit offre une surface d'exposition maximale aux rayons du soleil. Le profil incliné du chapiteau permet une capture efficace de la lumière solaire sur une plus grande surface, optimisant ainsi l'efficacité énergétique de la serre.

En choisissant cette forme, nous nous assurons que notre serre bénéficie d'une luminosité uniforme, cruciale pour le développement des plantes.

2. *Captage optimal de l'énergie solaire*

L'efficacité énergétique est l'un des principes de base d'une serre solaire. Ainsi, une attention particulière a été portée au choix des matériaux. La paroi externe est construite en polycarbonate à plusieurs couches (ou polycarbonate multiwall PCM). Ce matériau a été choisi pour ses excellentes propriétés de transmission lumineuse, sa durabilité et sa résistance aux conditions météorologiques difficiles.

À l'intérieur, la serre utilise une bâche transparente réfléchissante (ISOTISS), dont la face réfléchissante est tournée vers l'espace des plantations. Cette configuration maximise ainsi l'exposition des plantes tout en permettant à une quantité suffisante de lumière de traverser et d'éclairer les passages publics. Cette conception favorise donc une utilisation maximale de l'énergie solaire sans compromettre la fonctionnalité de l'espace ni le confort des visiteurs.

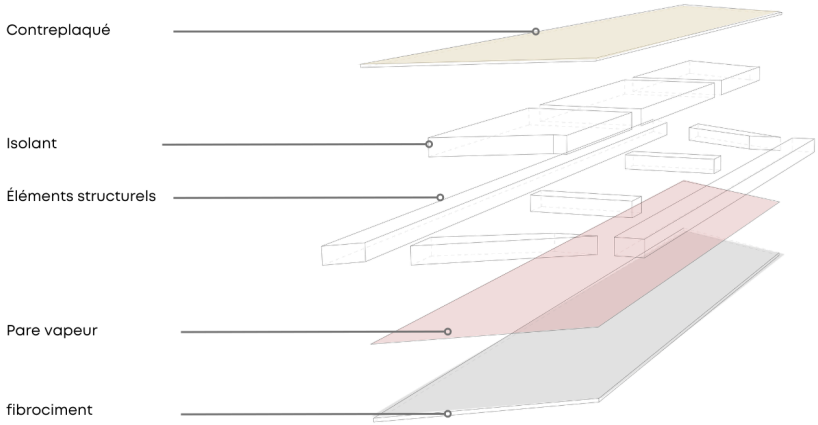
L'agencement de ces deux parois assure donc une régulation thermique optimale et une distribution homogène de la lumière, conditions essentielles pour la croissance des plantes et l'efficacité énergétique de la serre.

3. *Stockage optimum de l'énergie et réduction des pertes thermiques*

Les matériaux utilisés favorisent aussi une gestion optimale de la température. Le PCM, matériau à changement de phase, joue un rôle central. Il fonctionne sur le principe des murs fruitiers du XIXe siècle et absorbe la chaleur durant les heures les plus chaudes de la journée pour la relâcher progressivement pendant la nuit. Cette propriété permet de maintenir une température constante dans la serre, éliminant ainsi le besoin de systèmes de chauffage externes.

La bâche réfléchissante agit également comme atout au stockage de chaleur en ne laissant passer que 15% de l'air. La double paroi crée ainsi un microclimat stable et assure une isolation efficace.

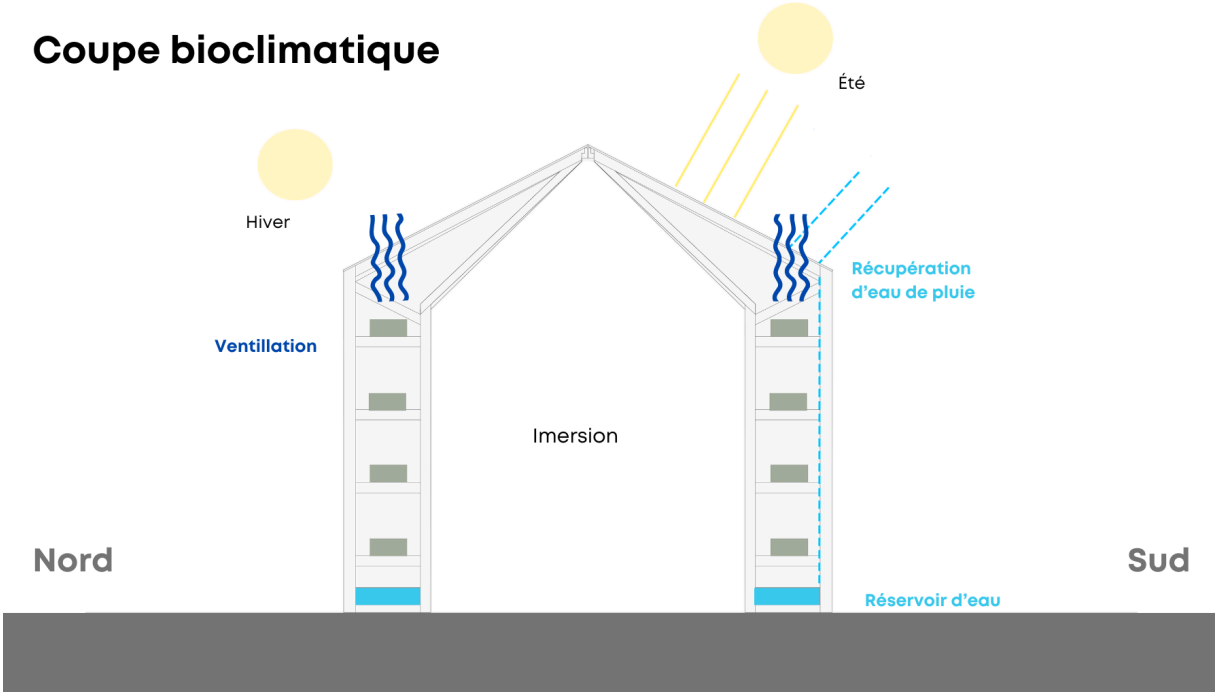
La structure inclut une base isolante entre les deux parois sur laquelle des bacs d'eau noirs y sont disposés pour capturer davantage de chaleur. Cette technique, fréquemment utilisée dans les constructions de serres solaires, optimise le stockage thermique et maximise l'efficience énergétique de la structure.



Ces éléments combinés définissent un système de gestion énergétique qui non seulement améliore la durabilité de la serre mais aussi sa fonctionnalité, en fournissant un environnement de croissance idéal pour les plantes tout au long de l'année.

4. Utilisation optimale et responsable de l'eau

Pour optimiser l'utilisation de l'eau, nous avons intégré un système de récupération d'eau de pluie. Profitant de la conception architecturale de la serre, la double pente du toit dirige l'eau de pluie vers des conduits qui dirigent l'eau vers des bacs noirs situés à la base de la structure. Cette eau est ensuite utilisée pour irriguer les plantes, réduisant donc la nécessité d'apport en eau externe et maximisant l'efficacité hydrique.



5. Intégration Sociale - Expérience immersive

L'Oasis n'est pas seulement un espace de culture, mais également un lieu d'immersion pour les visiteurs. Avec une hauteur de 3 mètres et une largeur de 2,9 mètres, cette serre offre un espace agréable à l'intérieur, permettant aux usagers de se plonger dans un autre univers.

De plus, la serre est suffisamment spacieuse pour accueillir un groupe de personnes. Le toit, composé de pièces de bois se rejoignant au centre, renforce cet aspect immersif en créant une sensation d'arborescence. Cela permet aux citadins de rentrer à l'intérieur et de se sentir en pleine nature, offrant un contraste marquant avec le reste de la ville. De cette manière, la serre devient également un espace de socialisation où les gens peuvent interagir entre eux, échanger des idées et créer des liens autour de leurs intérêts, que ce soit pour l'agriculture ou autre.

6. La forme, l'enveloppe et le mode de construction

Ce principe s'inspire des principes de l'architecture durable présentés dans l'article "SPATIAL AND STRUCTURAL ASPECTS OF AN ADAPTABLE BUILDING" par Julistiono, Hosana, Liemansetyo et Wijaya (2017). L'objectif est de minimiser la consommation de ressources et d'énergie, de réduire l'impact environnemental et d'améliorer la qualité de vie des habitants de la ville, tout en s'harmonisant avec l'environnement urbain. La crise environnementale, dont la cause principale est la surconsommation de ressources et d'énergie, surtout dans le domaine de la construction, met en lumière le besoin urgent d'adopter de nouvelles pratiques architecturales. Nous avons appliqué ces différentes stratégies pour créer une serre flexible et adaptable avec une faible empreinte carbone.

L'Oasis Urbain est conçue avec des espaces multi-usages et des éléments ajustables pour répondre aux besoins futurs de ses utilisateurs. Cette flexibilité permet de maximiser l'utilisation de l'espace. Cela se manifeste par des tiroirs permettant d'y placer un ou plusieurs bacs en plastique en cas de besoin d'isolation ou autre.

La division de la serre en espaces de passage (intérieur de la serre) et fonctionnels (espaces de plantation) offre la possibilité de mettre en place des activités communautaires. Cela garantit que la structure peut évoluer au fil du temps. Par exemple, la serre pourrait servir d'espace avec des tables à l'intérieur devant un café, offrant un lieu extérieur convivial pour se retrouver. Ou bien, elle pourrait être dans un jardin où l'on pourrait dîner à l'intérieur avec des amis, créant ainsi un espace multifonctionnel qui s'adapte aux différents usages et besoins des usagers.

La structure en bois est composée de plusieurs pièces de la même épaisseur, permettant un montage très simple et efficace. Cette conception vise à ce que tout type d'usager puisse monter la serre sans aucun problème, la rendant ainsi low-tech et accessible à tous. Les assemblages des façades sont de type tenon-mortaise reliés par des goujons, complétés dans la toiture par une technique inspirée de la méthode japonaise "Yakisugi". Ce choix d'assemblage rend la structure à la fois solide et facile à monter. Cet assemblage devient permanent ; cependant, il facilite le recyclage de la charpente en fin de vie, contribuant ainsi à la durabilité de la serre.

Enfin, le principe de l'adaptabilité et de la flexibilité de l'architecture durable permet d'allonger la durée de vie de la serre en offrant la possibilité aux usagers de pouvoir la modifier en fonction de leurs besoins futurs.

La construction du prototype

La construction de la base du prototype a été réalisée en plusieurs étapes, similaire à l'assemblage d'un meuble IKEA :

Base

Chaque base, préfabriquée en atelier, comprend une couche de fibrociment surmontée d'une membrane pare-vapeur. Des éléments structuraux en bois, remplis d'isolant, sont ensuite ajoutés, le tout étant recouvert d'une plaque de contreplaqué servant de sol. Les bases sont installées sur le site à trois mètres de distance l'une de l'autre, avec des pieds réglables pour assurer un nivellement parfait.

Cadres internes et externes

Parallèlement à la base, les cadres qui constituent les murs de la serre sont construits. Une fois assemblés, ils sont installés de chaque côté des bases, formant ainsi la double paroi de la structure. La stabilité générale de la serre commence ainsi à être perçue.

Toit

Les éléments constituant la toiture sont préfabriqués dans des ateliers de bois. Les extrémités de chaque élément sont précisément taillées pour former des jointures spécifiques qui facilitent l'assemblage sur site. Cette méthode permet de créer aisément les différents angles nécessaires à la structure de la toiture, assurant une installation rapide et efficace.

Tiroirs

Parallèlement, les tiroirs sont construits comme des plateformes en bois avec une ouverture centrale pour permettre l'écoulement de l'eau, du bac le plus haut au plus bas. Ces tiroirs sont montés sur des rails et installés entre les deux parois de la serre.

Revêtements interne et externe

Enfin, les deux parois sont installées : la parois extérieure en polycarbonate et la parois intérieure en film plastique. Entre les deux parois, des éléments en film plastique ouvrants sont fixés par velcro sont installés, permettant leur détachement facile pendant l'été pour ajuster l'aération et le microclimat intérieur.

Apprentissage

Après la conception, nous sommes passés à l’étape de réalisation du prototype. Passer du virtuel au réel s’est parfois avéré être un véritable défi. En effet, lorsque l’on construit une serre à l’échelle réelle, on se rend compte plus facilement des éléments qui ne vont pas.

Un de nos principaux enjeux concerne les dimensions de la structure. En assemblant les bases et en les disposant l'une à côté de l'autre, nous nous sommes rapidement rendu compte que la largeur de la serre devrait être plus grande. Nous avons testé différentes largeurs pour offrir un espace de sociabilisation adéquat permettant des échanges agréables et une certaine flexibilité des activités à l'intérieur de notre oasis urbaine. Après ces tests, les dimensions ont été modifiées pour s'adapter à notre contexte spécifique.

Un autre enjeu concerne la construction du toit. Cette partie de la structure est particulièrement complexe, avec plusieurs pièces aux angles différents. Le toit joue un rôle crucial dans notre conception car il maintient les deux parois entre elles et assure ainsi la stabilité de la structure. De plus, le toit contribue à l'esthétique de la serre, intégrant les éléments architecturaux essentiels à notre design. Certaines pièces du toit ont dû être refaites en raison de leur ressemblance avec d'autres, avec de petites différences rendant l'assemblage compliqué. La précision dans la découpe et l'ajustement des pièces était essentielle pour la stabilité structurelle et l'apparence du toit.

Après le découpage du bois, l'assemblage s'est avéré être plus rapide et simple grâce à nos choix de conception. La structure en bois, composée de pièces de la même épaisseur, permet un montage très simple et efficace.

Regard critique

La recyclabilité de notre serre s'est révélée être un défi important lors de la conceptualisation. Bien que la structure en bois soit recyclable grâce aux assemblages bois sur bois, certains matériaux ne le sont pas en fin de vie, notamment les plaques de polycarbonate à multiples parois. Même si ce matériau est efficace pour l'optimisation de l'énergie solaire, l'isolation thermique et la répartition uniforme de la lumière, il n'est pas recyclable. De plus, les fixations du polycarbonate sur la structure en bois compliquent le recyclage.

Pour aller plus loin, nous avons exploré d'autres options de plastiques recyclables ou biodégradables pour notre serre. Par exemple, le polylactide (PLA) est un plastique biodégradable fabriqué à partir de ressources renouvelables (amidon de maïs ou canne à sucre), ce qui lui donne une bonne résistance et peut être utilisé pour les parois de la serre tout en étant compostable en fin de vie.

Bien que la serre présente encore quelques problématiques au niveau de la recyclabilité, nous avons envisagé différentes propositions pour allonger sa durée de vie et ainsi limiter son impact sur l'environnement.

Conclusion

Pour finir, l'Oasis Urbain est une serre low tech qui utilise des technologies appropriées pour le Canada. Nous avons opté pour une approche conceptuelle basée sur plusieurs points clés, intégrant des principes de durabilité et de fonctionnalité spécifiques à notre projet.

Le premier aspect abordé est l'aspect social. L'Oasis Urbain offre un espace adéquat à l'intérieur pour encourager des activités communautaires dans un milieu citadin. Cela vise à promouvoir l'interaction sociale et à créer un lieu de rencontre et de partage pour les Montréalais. Placée devant la station de métro Mont-Royal, cette implantation permet une meilleure interaction avec les visiteurs. L'aspect immersif de la serre renforce cette dimension sociale en permettant à nos usagers de se projeter dans un espace vert en plein milieu de la ville. Cette immersion offre un contraste intéressant avec l'environnement urbain, créant une expérience unique pour les utilisateurs.

En intégrant les six principes fondamentaux d'une serre, nous nous assurons que notre oasis urbaine réponde à tous les besoins de son contexte particulier. Premièrement, la forme du toit en chapiteau et les matériaux utilisés permettent une diffusion uniforme de la lumière, garantissant ainsi une croissance saine des plantes. Le captage optimal de l'énergie solaire est possible grâce à l'utilisation de polycarbonate multi-parois et de bâches réfléchissantes, augmentant l'absorption de la lumière. Le stockage de l'énergie solaire et la réduction des pertes thermiques sont obtenus grâce à la double paroi qui crée un microclimat et maintient une température stable durant les quatre saisons. Ensuite, l'utilisation responsable de l'eau et des nutriments est assurée par un système de récupération d'eau de pluie qui permet une utilisation responsable de cette ressource précieuse. De plus, la délimitation des zones à l'intérieur de la serre se manifeste par une configuration intérieure adaptée à plusieurs types de plantes et favorise l'interaction communautaire. Enfin, la forme, l'enveloppe et le mode de construction optimal dans un esprit de sobriété carbone sont considérés avec une structure en bois très durable et recyclable en fin de vie, minimisant ainsi l'empreinte carbone, tant au niveau de la construction que de l'opération.

L'Oasis Urbain devient ainsi un espace multifonctionnel qui favorise la durabilité, l'interaction communautaire et l'autosuffisance alimentaire

Bibliographie

1. Avis, R. 2024. How To Design A Super Efficient Passive Solar Greenhouse… . EcoSnippets. Consulté le 06.05.24. https://www.ecosnippets.com/gardening/how-to-design-a-passive-solar-greenhouse/
2. SPATIAL AND STRUCTURAL ASPECTS OF AN ADAPTABLE BUILDING. (2017). Journal of Architecture and Built Environment, 44(1), 87–94.
3. Nicole. (2023, November 8). Shade Cloth 101: le guide ultime du tissu d'ombrage pour serre. EyouAgro. https://fr.eyouagro.com/Articles/guide-des-toiles-d%27ombrage-de-serre/
4. Dick, M. (2020, October 13). Predicting the greenhouse microclimate. Greenhouse Canada. https://www.greenhousecanada.com/predicting-the-greenhouse-microclimate/
5. Tremblay, D. (2022, January 31). Une serre verticale pour cultiver à l'année à Québec. Le Journal De Québec. https://www.journaldequebec.com/2022/01/31/une-serre-verticale-pour-cultiver-a-lannee
6. Bruno. (n.d.). Les types d'assemblages - Les guides de la Construction Bois. https://constructionbois.bilp.fr/guide-construction-bois/techniques-base/charpente/assemblages
7. assemblage poutre sur poteau à 45° : Maçonnerie - Façades - Forum Système D. (n.d.). systemed.fr.
8. admin. (s. d.). Home. Sky Greens. Consulté 27 mai 2024 : https://www.skygreens.com/
9. Temporary Home for Walk&Talk Festival / Mezzo Atelier. (2018, août 15). ArchDaily : https://www.archdaily.com/900123/temporary-home-for-walk-and-talk-festival-mezzo-atelier