

Laboratoire Interface
ARC6888

Alphonso, Francis
Laberge-Chamberland, Sophie
Menghi, Adriana

UNE SERRE POUR CROÎTRE L'AUTONOMIE ALIMENTAIRE DES COMMUNS

Professeur Jean-Paul Boudreau
Université de Montréal

8 octobre 2021

INTRODUCTION

Le Québec est une province où les initiatives d'agriculture urbaine se multiplient rapidement dans un grand nombre de villes, ce qui est reflété sur toute la région de Montréal et ses alentours. En effet, le Grand Montréal a une longue histoire agricole en raison de son terrain fertile cultivé bien avant la colonisation. À l'époque moderne, les potagers urbains ont connu un essor d'abord avec l'arrivée des populations immigrantes (Italiens, Portugais, etc) et ensuite dans les années '70 avec la crise du pétrole et les mouvements de contre-culture¹. Aujourd'hui, la métropole compte désormais un des plus importants programmes d'agriculture urbaine au monde avec plus de 8500 parcelles réparties dans 97 jardins, 75 jardins collectifs et de nombreuses initiatives privées². De plus, un sondage de 2019 a trouvé que 40% des habitants du grand Montréal cultivaient un potager, et les entreprises agricoles urbaines sont passées de 50 à 70 au cours des dernières années³. Plusieurs villes environnantes ont aussi lancé des initiatives d'agriculture urbaine pour devenir plus résilients face aux changements climatiques et augmenter la sécurité alimentaire de leurs habitants. De plus, la pandémie de Covid-19 a révélé des faiblesses dans notre chaîne d'approvisionnement alimentaire, en particulier avec le manque de main d'œuvre ; l'agriculture urbaine est de plus en plus proposée comme solution, partielle ou totale, à ces inefficacités des systèmes agricoles conventionnels. La plus connue des entreprises d'agriculture urbaines de la région de Montréal est l'ensemble des fermes Lufa. Il s'agit de cultures en serre situées sur les toits des entrepôts, et ce fut la première en son genre au monde. Ce système permet de ne pas occuper d'espace à terre et de réduire l'énergie utilisée pour chauffer la serre aussi bien que l'entrepôt. Cependant, ce modèle a des limites, notamment le fait qu'il utilise beaucoup de verre : le verre est en effet un matériau avec une énergie intrinsèque haute et qui n'isole presque pas, ce qui rend les serres énergivores⁴. Bien que le modèle Lufa soit très prometteur, les Montréalais aiment aussi opérer à une plus petite échelle et à un niveau communautaire, d'où l'intérêt renouvelé pour les potagers en commun promouvant l'indépendance alimentaire. Cependant, la vaste majorité de ces jardins sont à ciel ouvert, et la saison de croissance dans le climat Montréalais est plutôt courte. Il devient donc essentiel d'offrir aux citoyens des serres, à opérer comme des jardins communautaires, qui produiraient des fruits et légumes toute l'année.

Pour ce faire, les serres doivent être le moins énergivores possible, non seulement pour réduire les coûts d'opération à un minimum, mais aussi pour être accessibles et appropriables par la communauté qui ne peut pas toujours entretenir des systèmes mécaniques complexes. Pour ce faire, elles doivent être optimisées selon les principes bioclimatiques les mieux adaptés à leur contexte. Un nombre de serres similaires existe depuis longtemps, dont les serres chinoises, qui sont devenues largement plus efficaces en remplaçant la vitre par un film en plastique. Ces serres sont entièrement passives et permettent de faire pousser une grande variété de fruits et légumes

¹ Stefan Reyburn, « Le cadre de vie et les jardins potagers communautaires à Montréal », *VertigO - la revue électronique en sciences de l'environnement* [En ligne], Volume 3 Numéro 2 | octobre 2002, consulté le 05 octobre 2021.

² Laboratoire sur l'Agriculture Urbaine (AU/LAB) L'agriculture urbaine chez les Montréalais. Cultive Ta Ville. 2021.

³ Noreau, Laurie. Aux jardins, citoyens! Le Devoir. 9 Août 2019.

⁴ Bernier, Pascale (2015). « Vers la construction d'un discours critique de l'agriculture urbaine commerciale en serres sur les toits » Mémoire. Montréal (Québec, Canada), Université du Québec à Montréal, Maîtrise en sociologie.

toute l'année même dans des climats modérément froids⁵. Cependant au Québec nous avons un climat avec énormément d'excursion thermique entre l'été et l'hiver ; le défi est donc de faire fonctionner une serre de manière entièrement passive dans le climat québécois, tout en respectant les principes d'accessibilité et d'esprit communautaire qui sont nécessaires à la vie en ville.

ANALYSE DE PRÉCÉDENTS

PEI ARK PAR THE NEW ALCHEMY

Dans les années 70, le gouvernement du Canada mandata le groupe New Alchemy Institute du projet Prince-Edward's Island Ark (PEI Ark). Né du besoin de vivre sans les énergies fossiles à cause de la crise du pétrole de l'embargo des pays OCED, ainsi qu'inspiré par les mouvements de contre-culture de l'époque, le projet devait "vivre légèrement" sur la Terre, dont s'installer dans son milieu avec le minimum d'impacts possibles⁶. Pour cela, le groupe New alchemy Institute plaça une grande importance sur le climat et les relations symbiotiques de la nature, par exemple en utilisant des bacs d'eau comme masse thermique, une eau qui servaient pour élever des poissons qui filtraient les eaux grises de la maison, et dans lesquels des plantes poussaient. Le PEI Ark est composé de matériaux simples présents dans son environnement comme le bois et la roche, tout en exploitant leurs propriétés physiques selon une méthode low-tech, où l'emplacement de la serre, des masses thermiques, et l'orientation solaire permettent de chauffer la maison, de stabiliser l'excursion thermique grâce à la masse thermique de l'eau et du sol, et en même temps de produire des aliments et de filtrer les déchets solides et liquides.

EDEN PROJECT PAR NICHOLAS GRIMSHAW

Conçu par l'architecte Nicholas Grimshaw en collaboration avec le firme d'ingénierie Anthony Hunt and Associate, le projet Eden est un ensemble de serres sphériques construites dans une mine désaffectée à Cornwall dans le Nord de la Grande-Bretagne en 2001. Ce projet exemplaire tire

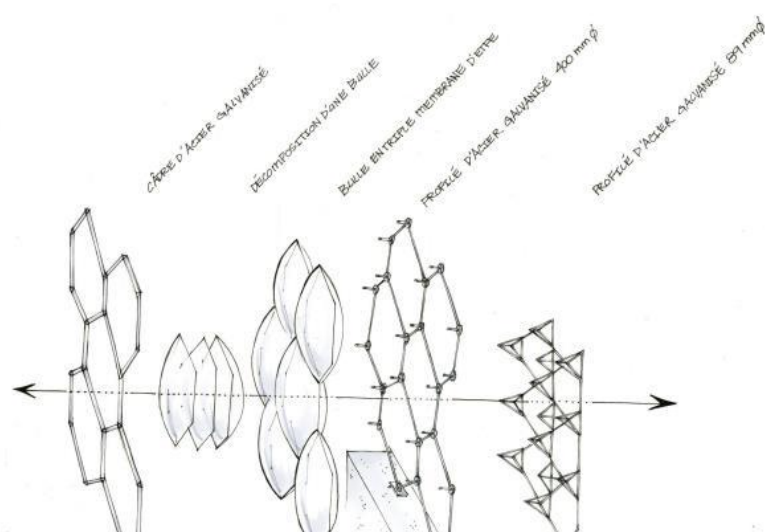


Image 1. Axonométrie explosée du système constructif de Eden Project.

parti du travail d'architectes comme Buckminster Fuller sur les structure géodésiques couplé avec une vision bio-systémique de l'architecture tel que développé le groupe New Alchemy Institute dans les années 60-70*. Plus qu'un simple bâtiment utilitaire, ce projet se veut avant tout comme un outil de communication sur les enjeux environnementaux au tournant du 21e siècle en réhabilitant un site défiguré par l'industrie minière. Bien qu'il arbore un esthétique plutôt high-tech, la conception du Projet Eden s'ancre dans une démarche biomimétique qui s'inspire de la capacité des bulles de savon à s'adapter à leur

⁵ De Decker, Kris. Réinventer la serre. Low-Tech Magazine. 24 Décembre 2015.

⁶ Todd, Nancy Jack. *A safe and sustainable world*. Publié par Island Press. 2005

contenant pour répondre à la topographie accidentée du site d'implantation. La suite de fibonacci, règle mathématique qui gouverne l'assemblage de certaines structures végétales, est également exploitée dans le développement de la structure hexagonale qui permet ainsi de générer une immense sphère extrêmement résistante une fois assemblée. En s'inspirant ainsi de la nature, cette approche a permis aux ingénieurs de développer une structure répondant aux intentions conceptuelles tout en utilisant une quantité minimale de matériaux.

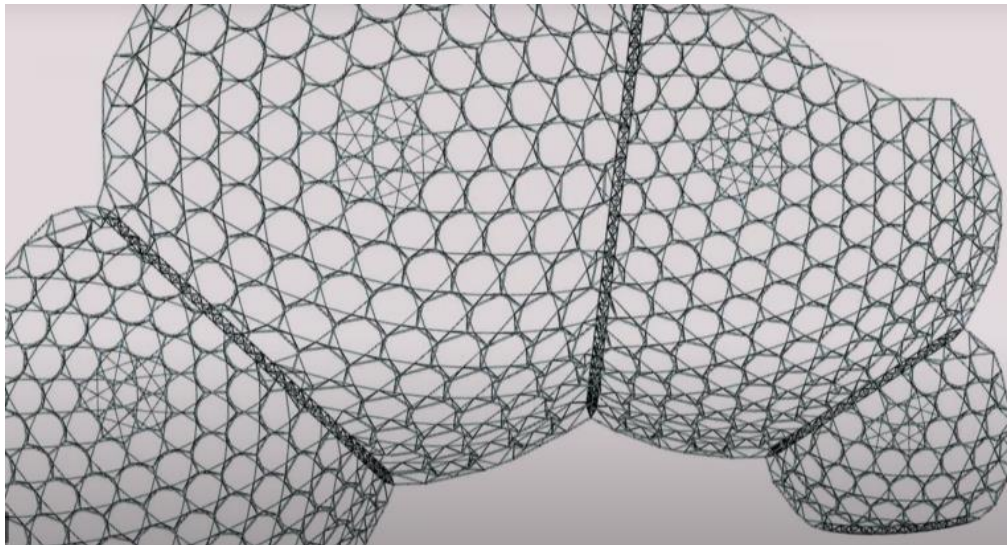


Image 2. Vue du haut de l'enveloppe des bulles du Eden Project.

L'enveloppe qui recouvre l'immense structure métallique fait également office de cas de figure intéressant. Composée d'immenses bulles faites de membranes plastiques de tetrafluoroethylene copolymer (ETFE), cette enveloppe épaisse permet d'encapsuler une pochette d'air faisant ainsi office de matériaux isolant et qui laisse ainsi passer les rayons ultra-violet du soleil pour générer un effet de serre à l'intérieur des dômes. Ce matériau innovant permet ainsi de solutionner l'immense

défi de recouvrir cet énorme dôme à l'aide d'un matériel ultra léger qui permet de réduire drastiquement la taille des éléments structuraux et incidemment la quantité de métal utilisé pour la structure.

Eden Project est un projet manifeste, qui attire de l'attention touristique et qui se veut porteur d'un message environnemental fort; en effet, il montre ce qui peut être possible avec les nouvelles techniques de construction combinées avec une attention à l'écologie, pour que les sites dégradés puissent être réhabilités et habités à nouveau dans le futur.

LE 'VILLAGE DOME' PAR PAUL SUN DU GROUPE NEW ALCHEMY INSTITUTE



Image 3. Un des premiers prototypes de bioshelters par The New Alchemy Institute composé de polyéthylène sur une structure de bois⁶.

Le groupe New Alchemy Institute pousse plus loin la typologie des serres solaires. Le groupe se concentre sur la conception de "bioshelters" - des serres solaires renfermant des écosystèmes tels que des cultures vivrières, des étangs

à poissons, un sol vivant et une faune intérieure⁷. Au fil du temps, plusieurs prototypes de *bioshelters* ont vu le jour. Les premières itérations étaient composées de polyéthylène sur une structure de bois. Elles renfermaient un étang irriguant avec son eau riche en nutriments les plantations vivrières poussant à même son sol.

Ces mêmes techniques et plus encore se retrouvent dans chacune des itérations subséquentes du *bioshelter*. Toutefois, l'itération nommée *Village Dome* proposée par Paul Sun a su retenir notre attention par sa conception intégrée. Sa proposition renferme un écosystème complexe incluant l'humain comme facteur permanent de cet écosystème. Le dôme abrite des cultures vivrières, de la pisciculture jouant également un rôle de masse thermique et des résidences. La notion de village est alors introduite à l'intérieur des *bioshelters* et donc la notion même du commun⁸. Le Village Dome de Paul Sun est un précédent pertinent dans le cadre du laboratoire car il démontre la possibilité d'une conception où les activités humaines et le milieu naturel sont en relation symbiotique et bénéfique. L'humain prend soin de la nature et de son environnement afin de profiter des récoltes que la nature lui offre. Cette itération de *bioshelter* applique également des stratégies low tech pour le maintien d'un environnement à température contrôlée en Amérique du Nord, tels que la forme du *bioshelter*, l'orientation solaire, le choix de matériaux simples et non-conducteurs, et l'usage de l'eau comme masse thermique.

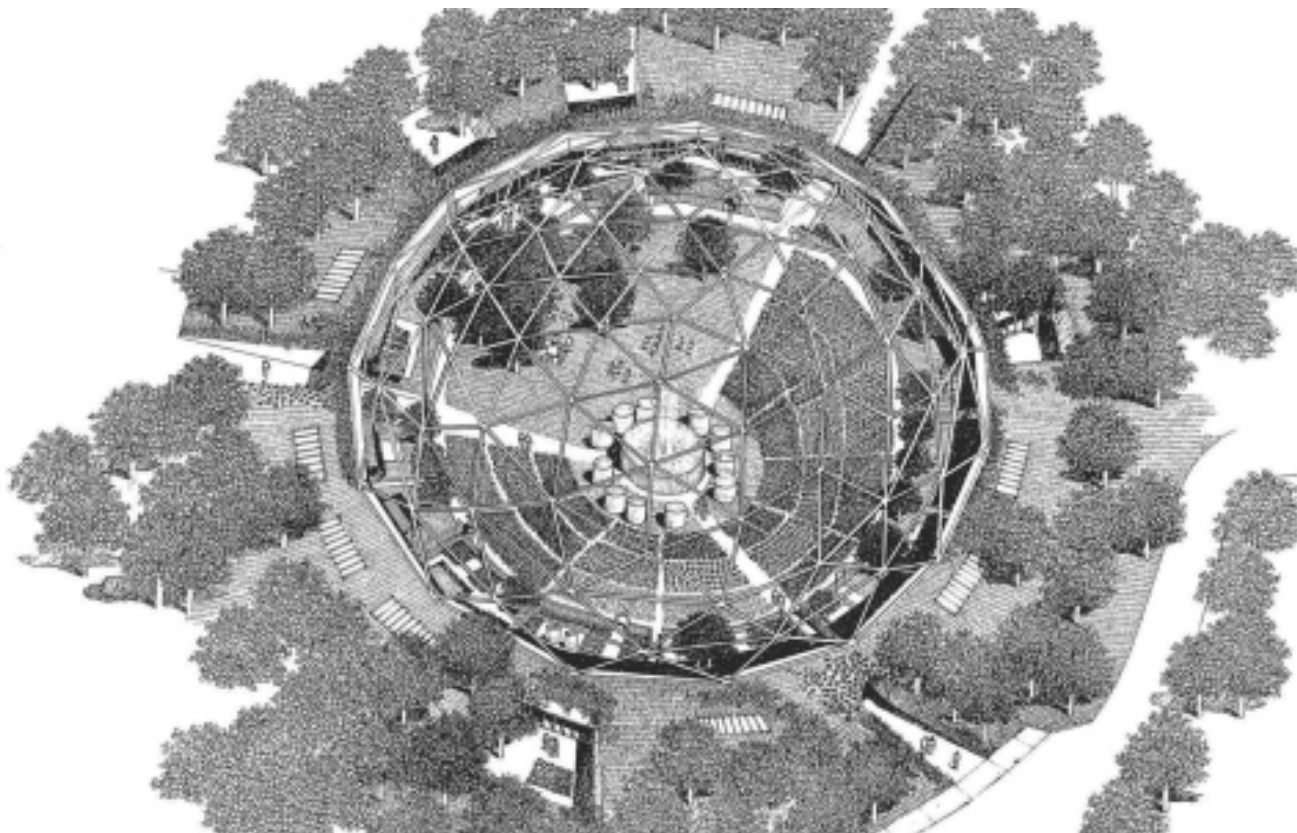


Image 4. Paul Sun's Village Dome présenté à la conférence du groupe New Alchemy intitulée « The Village as Solar Ecology »³

UN PARALLÈLE ENTRE 'EDEN PROJECT' ET LE 'VILLAGE DOME'

⁷ Todd, Nancy Jack. *A safe and sustainable world*. Publié par Island Press. 2005

⁸ Barnhart, Earle. *Bioshelter Guidebook: Bioshelter Research by New Alchemy Institute (1971-1991)*. 03/19/08.
<https://newalchemists.files.wordpress.com/2015/02/grctr-website-nai-bioshelters-guidebook-3-19-08-new-eh.pdf>

Les cas d'étude présentés ci-dessus approchent la thématique de la serre avec des formes similaires mais des solutions constructives et des concepts complètement différents. Le Village Dome vient d'une volonté de recréer un écosystème circulaire pour subvenir aux besoins humains en laissant le moins de traces possibles sur la nature, alors que le Eden Project est plutôt une architecture de manifeste qui provoque le visiteur à s'interroger sur l'impact de l'extraction des ressources sur la planète. De ce fait, le Eden Project est une référence constructive et une leçon sur l'optimisation des structures et sur l'utilisation d'une logique mathématique et paramétrique dans la création d'une serre, ainsi qu'un projet exemplaire vis-à-vis de l'utilisation de nouveaux matériaux tels que le ETFE. Son rôle et son concept le rendent un projet touristique, où le rôle de l'humain est celui de destructeur (à travers l'extraction minière) et ensuite de spectateur interpellé par cette réalité de destruction. Par comparaison, la leçon la plus importante que l'on retire du Village Dome est que l'être humain peut et se doit de faire partie d'un écosystème équilibré et que son interaction avec le vivant peut réparer, plutôt que détruire, l'environnement. En effet, ce projet exploite des relations symbiotiques déjà présentes dans la nature, et en y insérant l'humain, crée une boucle écologique fermée qui incorpore l'aspect social qui nous caractérise. Les matériaux et techniques constructives du Village Dome sont plutôt simples et peuvent être considérés comme une approche "low-tech", donc ce projet est important pour comprendre les subtilités de conception requises pour aboutir à l'autosuffisance.

PROTOTYPE

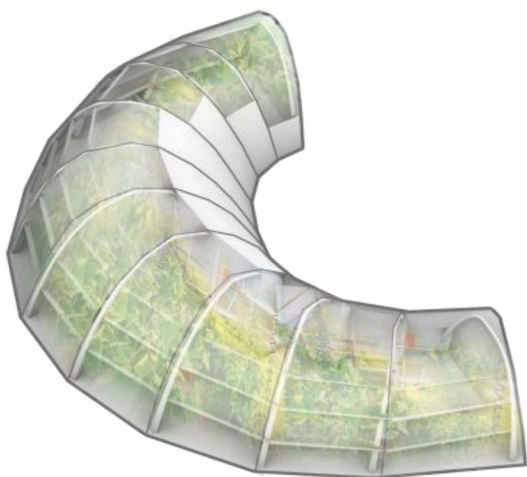


Image 5. Prototype de serre urbaine proposée, vue axonométrique.



Image 6. Coupe sommaire du prototype proposé

Après ces études de précédent nous formulons une synthèse des points saillants des projets analysés pour mieux informer la conception de notre prototype de serre urbaine. Comme remarqué auparavant, celui-ci s'inspire aussi bien du Eden Project que du Village Dome, plus particulièrement en prenant un projet comme modèle conceptuel et l'autre comme modèle constructif. En effet, le prototype de serre urbaine proposé doit être le plus possible passif, économique et accessible à la communauté, ce que le Village Dome réalise très bien. Cependant, depuis l'époque de ce dernier, les avancées technologiques nous permettent de modéliser et de tester beaucoup de formes et structures différentes avant de les construire, ce qui ouvre des

possibilités intéressantes d'optimisation ou d'intégration des systèmes dans l'architecture. Pour cet aspect technologique nous tirons inspiration de Eden Project en utilisant la conception paramétrique pour adapter notre projet le mieux possible à son contexte. Enfin nous reprenons le concept du Village Dome qui place l'être humain dans un environnement équilibré dont il fait partie intégrante en partageant l'espace avec sa communauté.

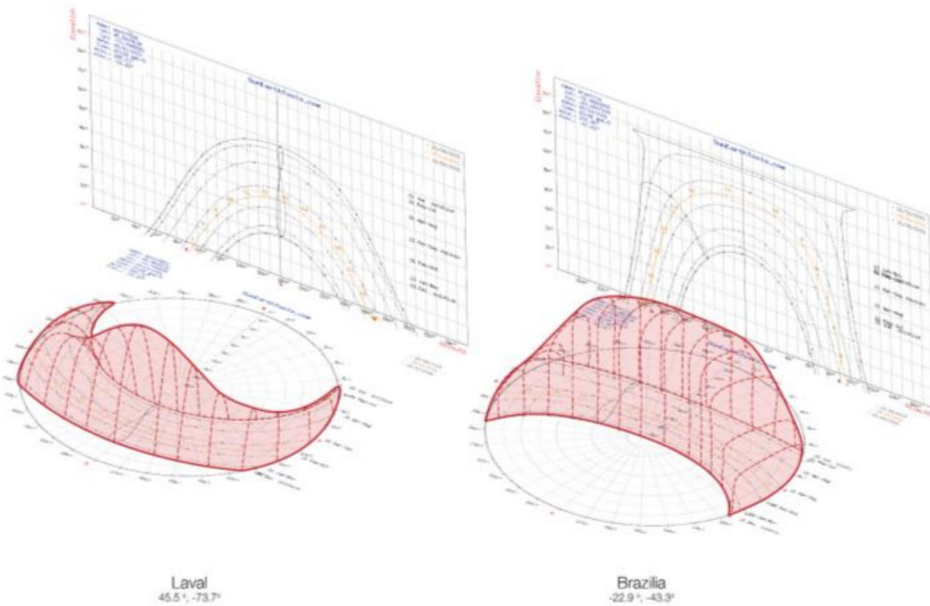
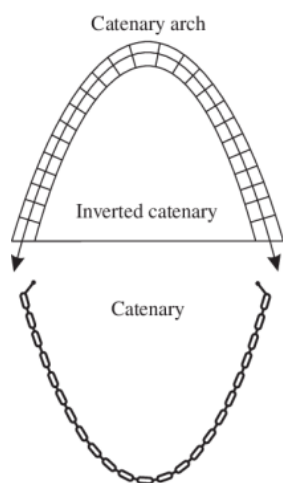


Image 7. Illustration de la forme de la serre selon la courbe du soleil dans son contexte particulier. Laval contrasté avec Brazilia.

La forme de notre prototype est directement inspirée de la courbe du soleil sur le territoire de Laval pour capturer le plus de soleil possible. Cette courbe est unique à son contexte, donc la forme est aussi unique et adaptée à son contexte. La forme structurale, elle, est basée sur l'arche caténaire, l'arche la plus solide pour la reprise des charges en compression. Cette structure utilisera le moins possible de matériau grâce à son profil évidé, et sa force nous permettra d'utiliser un sous-produit du bois très léger et abordable, le contreplaqué.



Images 8 et 9. Principe constructif de l'arche caténaire et géométrie de la structure en contreplaqué évidé.



Image 10. Coupe illustrant le rôle de la masse thermique et le double rôle des étagères qui soutiennent les plantes et fournissent l'ombre en été.

Pour stabiliser la température intérieure et réduire les besoins en énergie de la serre, le mur nord sert de masse thermique ; de plus, l'énergie intrinsèque des matériaux est réduite grâce à l'utilisation de brique récupérée de la démolition du quartier Val-Martin, sur lequel s'implante le

prototype. Nous devrons par la suite vérifier l'épaisseur de la masse thermique, et la nécessité (ou non) d'ajouter de l'isolant extérieur, ce qui sera validé avec des simulations climatiques. Ces simulations climatiques exécutées avec des logiciels paramétriques seront aussi agrémentées de techniques « low-tech » pour le contrôle du climat à l'intérieur de la serre, tel que la présence d'auvents opérés manuellement et d'une couverture isolante, elle aussi manuellement opérée, à dérouler les nuits d'hiver pour limiter les pertes de chaleur.

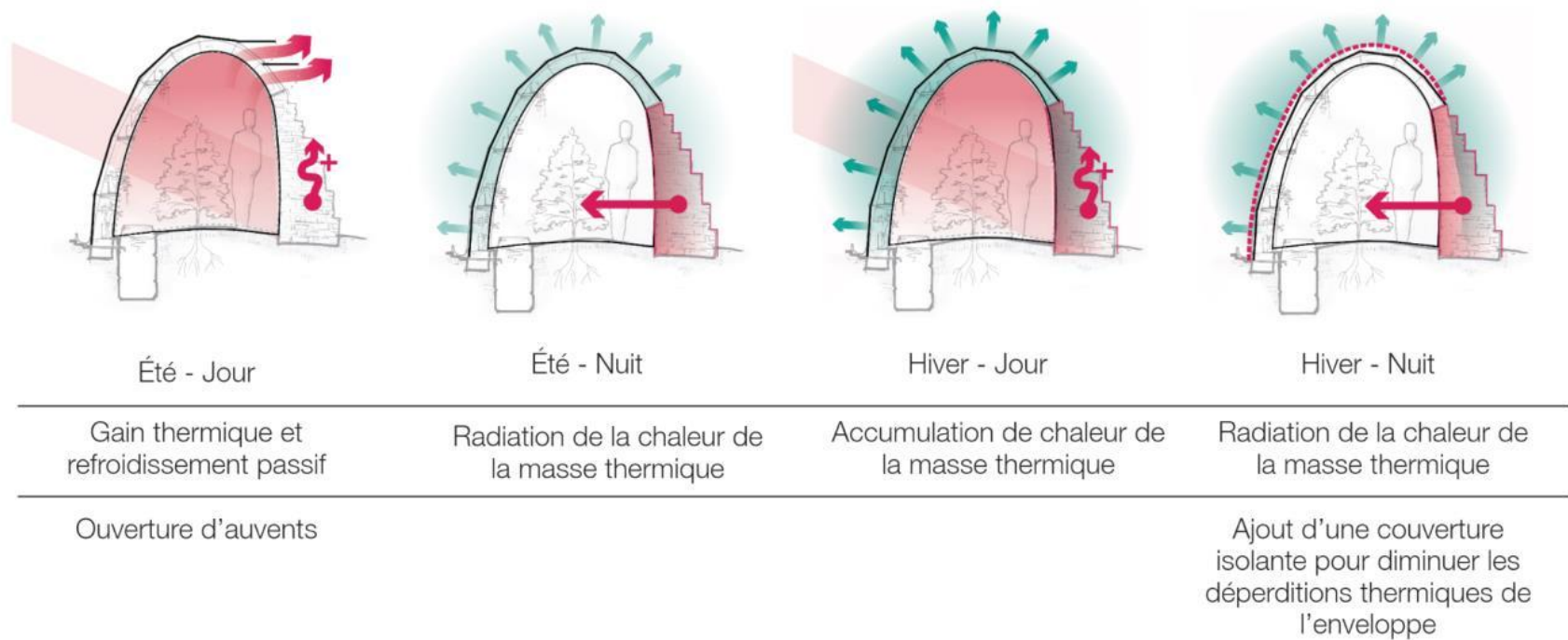


Image 11. Coupes bioclimatiques expliquant les dispositifs constructifs mis au point pour contrôler la chaleur dans la serre, selon l'heure et la saison.

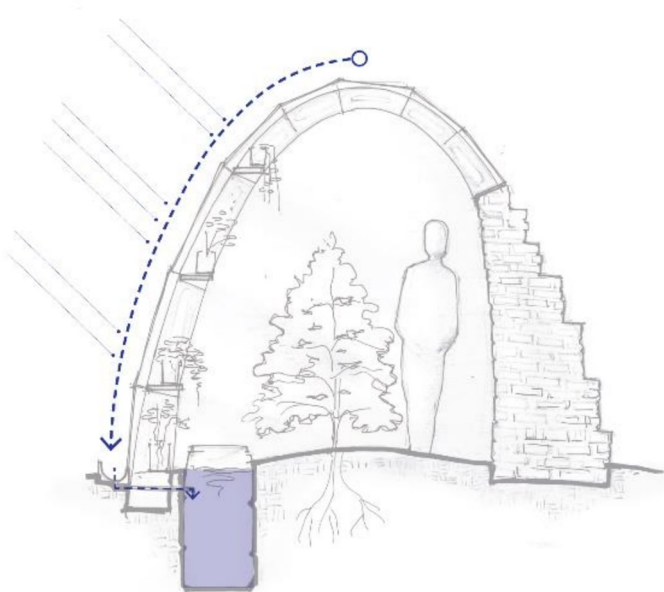


Image 12. Acheminement des eaux pluviales

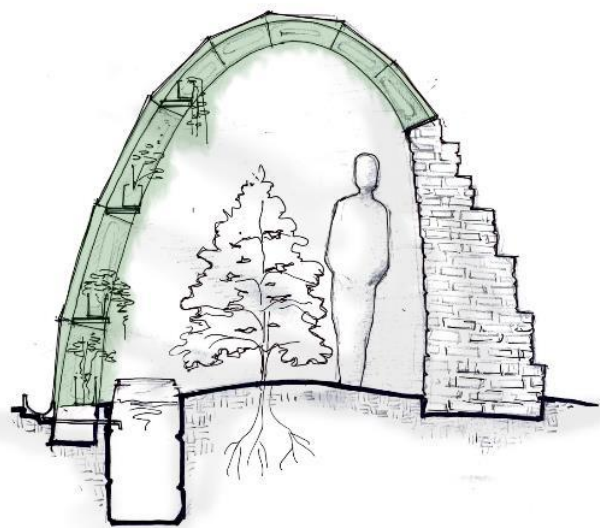


Image 13. Structure vivante

Enfin, la serre que nous proposons intègre aussi un système de gestion des eaux pluviales et des eaux de fonte des neiges, en les recueillant dans des barils partiellement enfouis pour que l'eau pluviale puisse être utilisée pour l'irrigation pendant toutes les saisons. Nous utilisons cette paroi du versant sud pour explorer un système de structure vivante, où les tablettes de

contreventement agissent aussi de surfaces supplémentaires pour les plantes, ce qui augmente l'utilisation efficace de l'espace tout en rendant accessible le jardinage pour les personnes à mobilité réduite telles que les personnes âgées. En effet l'accessibilité et l'aspect sociocommunautaire de la serre sont des principes essentiels pour nous, que nous retirons de la philosophie du Village Dome : l'agriculture urbaine, et la nourriture qu'elle produit, ne sont pas juste un moyen d'obtenir la sécurité alimentaire, mais aussi de former des connections et de faciliter des rencontres, pour que les habitants aient accès à un nouveau type de communs urbains. Nous prévoyons que les serres puissent être déployées en grappes, et contenir des cultures et des usages variés, comme des lieux de rencontre, de travail, d'éducation; un lieu sensoriel que les habitants s'approprient et transforment en ce qu'ils désirent.

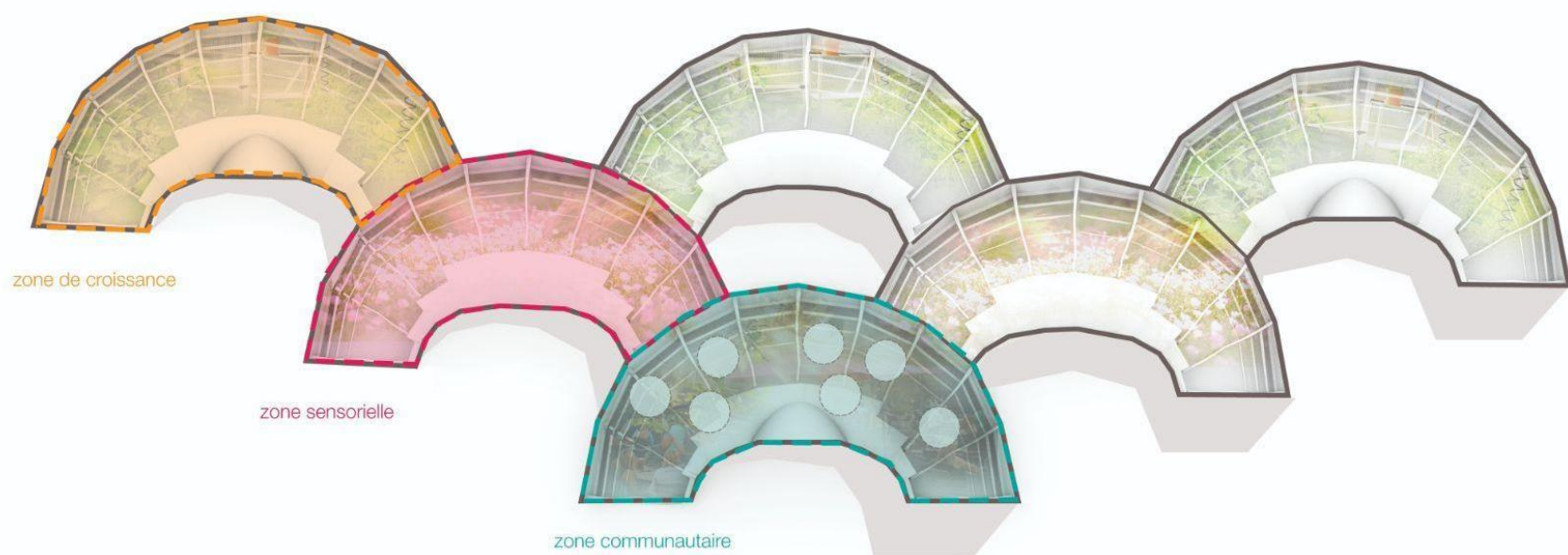


Image 14. Assemblage en grappe de plusieurs serres

BIBLIOGRAPHIE

Barnhart, Earle. Bioshelter Guidebook: Bioshelter Research by New Alchemy Institute (1971-1991). 03/19/08. <https://newalchemists.files.wordpress.com/2015/02/grctr-website-nai-bioshelters-guidebook-3-19-08-new-eh.pdf>

Bernier, Pascale (2015). « Vers la construction d'un discours critique de l'agriculture urbaine commerciale en serres sur les toits » Mémoire. Montréal (Québec, Canada), Université du Québec à Montréal, Maîtrise en sociologie.

De Decker, Kris. Réinventer la serre. Low-Tech Magazine. 24 Décembre 2015. <https://solar.lowtechmagazine.com/fr/2015/12/reinventing-the-greenhouse.html>

Ibrahim, Naser Nader. Amazing Architecture. The Eden Project in Cornwall, United Kingdom by Grimshaw. Septembre 2021. <https://amazingarchitecture.com/exhibitions/the-eden-project-in-cornwall-united-kingdom-by-grimshaw>

Laboratoire sur l'Agriculture Urbaine (AU/LAB) L'agriculture urbaine chez les Montréalais. Cultive Ta Ville. 2021. [https://cultivetaville.com/cartes/montreal/#:~:text=Montr%C3%A9al%20compte%20aujourd'hui%20l,marketing\)%20dit%20cultiver%20des%20plantes](https://cultivetaville.com/cartes/montreal/#:~:text=Montr%C3%A9al%20compte%20aujourd'hui%20l,marketing)%20dit%20cultiver%20des%20plantes)

Noreau, Laurie. Aux jardins, citoyens! Le Devoir. 9 Août 2019. Consulté le 1 Octobre 2021. <https://www.ledevoir.com/vivre/jardinage/560274/sante-aux-jardins-citoyens>

Rose, Steve. The Guardian. The Observer Design 2019: The Circle of Life. 29 septembre 2019. <https://www.theguardian.com/lifeandstyle/ng-interactive/2019/sep/29/the-new-alchemists-could-the-past-hold-the-key-to-sustainable-living>

Stefan Reyburn, « Le cadre de vie et les jardins potagers communautaires à Montréal », *VertigO - la revue électronique en sciences de l'environnement* [En ligne], Volume 3 Numéro 2 | octobre 2002, consulté le 05 octobre 2021. <http://journals.openedition.org/vertigo/3794>

Todd, Nancy Jack. A safe and sustainable world. Publié par Island Press. 2005

The PEI Catalogue. The Ark: Section-perspective of barn, rock heat storage & greenhouse. Juillet 2015. <https://peiark.com/2015/07/section-of-barn-rockstorage-greenhouse/>

Auteur inconnu. Eden Project. WikiArquitectura. Date inconnue. <https://en.wikiarquitectura.com/building/eden-project/>