

# **Écovillage vertical et résilient**

**PPU Lachine Est**

**Mémoire pour l'Office de Consultation Publique de  
Montréal (OCPM) - Final**

**Par Francis Lapierre**

**Mai 2022**

## **Avant-propos**

Le contexte de la pandémie ainsi que celui précédemment de la crise du verglas voire des nombreux épisodes d'inondations nous auront conscientisés au Québec face à notre manque de résilience devant des événements extrêmes.

Personnellement, mon père Denis Lapierre est mort dans l'explosion de sa génératrice vers la fin de l'épisode de verglas. En effet, épuisé par l'entretien du feu de son poêle avec du mauvais bois, il aurait fait une imprudence avec la génératrice entraînant son décès. On néglige souvent l'épuisement physique et mental entraîné par ces situations extrêmes. Je considère qu'il est une parmi les premières victimes des changements climatiques.

### **Comment faire face à ces défis et à ceux engendrés par les changements climatiques?**

Ce document propose une piste de solution par la création d'Écovillages verticaux et résilients adaptés aux impératifs de densités propre aux grandes villes tout en respectant des hauteurs à échelle humaine.

### **Qu'est-ce qu'un écovillage vertical et résilient?**

D'abord, il faut parler des maisons résilientes (inspirées des «earth ship» américaines) qui permettent de façon autonome de fournir à leurs habitants la chaleur, la fraîcheur, l'électricité, l'eau et même la nourriture. Ces maisons sont prévues pour une personne seule, un couple ou encore une petite famille. Donc, un nombre restreint d'habitants. Plusieurs maisons résilientes existent en provinces (voir <http://solutionera.com/>) mais rien n'existe pour répondre aux besoins des villes pour une plus grande densité d'où l'idée de créer un habitat collectif permettant la résilience (donc de répondre aux besoins que je viens d'énumérer). En cas d'une deuxième crise du verglas, d'une pandémie ou encore d'une coupure de l'eau potable de la ville, ce concept permettrait de bien s'en tirer.

Une façon d'imaginer le concept est la fusion des Fermes Lufa (permaculture en serre), du Complexe La Cité sur la rue Du Parc (habitation, commerces et forme juridique) et d'un producteur d'énergie douces (solaire, éolienne et géothermique) et un peu plus encore. Elle s'inspire des maisons passives mais surtout des maisons nette zéro. Voir : <https://www.ecohabitation.com/guides/1604/maison-solaire-passive-contre-maison-nette-zero-le-match/>

## Principes des écovillages verticaux

### Principes RPASLÉ :

- On **Récupère** presque tout : eau de pluie, chaleur et énergie du soleil et énergie du vent, chaleur ou fraîcheur de la terre et de l'eau, matières organiques pour le compost, etc.
- **Passif** : Pourquoi chauffer quand on peut mieux isoler ou qu'on peut récupérer la chaleur? Pourquoi aller chercher l'énergie à la Baie James alors que le soleil et le vent nous le fournissent? Pourquoi aller chercher l'eau dans le fleuve quand la pluie nous la fournit? Pourquoi aller acheter ailleurs nos fruits et légumes quand on peut les produire sur place?
- **Autonome** : on ne dépend pas de la ville pour notre survie en cas d'urgence et même on devient un point de rassemblement sécuritaire pour le voisinage.
- **Sécuritaire** : la récupération de l'eau de pluie permet de fournir l'eau potable, la récupération de la chaleur et de l'énergie et la production alimentaire permettent de maintenir la sécurité des habitants et du voisinage.
- **Local** : on favorise le niveau le plus Local qui soit efficace. S'il n'est pas efficace de faire la géothermie au niveau du bâtiment alors on le fait au niveau de l'écoquartier.
- **Écoquartier** : ce projet est idéal afin de faire partie d'un écoquartier. Avec l'utilisation de réseau de transport structurant : tramway, métro, ligne réservée d'autobus, pistes cyclables, sentiers pédestres. Aussi, un réseau de chaleur et de climatisation peut être partagé avec d'autres bâtiments.

## Forme architecturale des écovillages verticaux

Ces écovillages verticaux auraient la forme suivante qui reste à peaufiner :

Imaginez une tour hexagonale de six étages avec accolés à chacun de ses six côtés une demi-ellipse coupée sur le sens de la largeur formant vue du dessus une fleur à six pétales. Voir dessin en annexe (dernière page) et discussion sur la forme (avant-dernières pages).

Cependant, le haut de la structure n'est pas plat mais en escalier afin de tirer un maximum de profit de l'ensoleillement sur le site. C'est-à-dire qu'au quatrième étage, sur chacun des pétales sud-est et sud-ouest se trouvent une serre.

Au cinquième étage sur chacun des pétales est et ouest se trouve un bâtiment technique qui coupe sur la longueur ces pétales et permet de disposer des capteurs solaires et éoliens. Des batteries adaptées permettent de stocker l'énergie au cinquième

étage. Sur la terrasse située devant ces bâtiments techniques se trouve un débarcadère de drone taxi pour les urgences médicales.

Il est à noter que l'étage technique pourrait contenir des systèmes d'agriculture automatisés en milieu clos. Ces systèmes très efficaces contrôlent tous les paramètres nécessaires à la croissance des plantes : lumière, chaleur, humidité, etc. Quand je dis qu'ils contrôlent la lumière, c'est jusqu'à la longueur d'onde de cette lumière qui est contrôlée grâce à des diodes électroluminescentes (DEL). La lumière rouge permet la croissance accélérée des plantes et la couleur bleue permet le bourgeonnement.

Voir : <https://www.inno-3b.com/fr/accueil>

Ces systèmes pourraient remplacer les serres et alors on aurait une autre forme possible d'écovillage vertical et résilient mais au prix de la perte du contact avec la nature pour les résidents au niveau des serres et d'une demande énergétique augmentée. Cette demande augmentée en énergie pourrait rendre impossible la résilience pour la production agricole. C'est un point à évaluer. On pourrait aussi en utilisant ces systèmes reconverter un immeuble existant à ce concept mais au prix fort c'est-à-dire en doublant l'isolation des murs, installant des triples vitrages, ajoutant la géothermie, les capteurs solaires et éoliens, installant des systèmes de récupération de la chaleur et de l'eau et en faisant subir le tout à des test d'isolations poussés.

Au sixième étage, sur chacun des pétales nord-est et nord-ouest se trouve aussi une serre pour un total de quatre serres. Dans les différents pétales sous les serres et l'étage technique du cinquième étage se situe les logements pouvant abriter une communauté d'entre cent et deux cents personnes environ.

Deux ascenseurs situés dans la tour centrale et disposés devant les serres nord permettent de relier les différents étages au sous-sol du bâtiment qui accueillera les bicyclettes et les différents véhicules électriques dans les stationnements intérieurs.

Sous le bâtiment, des installations géothermiques ainsi que des chambres de rétention des eaux de pluie (situés à huit pieds sous terre afin d'éviter le gel même au mois de janvier) permettront de chauffer, climatiser et fournir de l'eau pour les serres ainsi qu'un peu d'eau potable. Des escaliers sont disposés au bout de chacun des six pétales. Des commerces essentiels ainsi que des espaces de bureau occuperaient le premier et deuxième étage permettant, avec le produit des serres, de rentabiliser le projet.

Ceci étant d'autant plus important que je désire avoir un minimum de 60% de logements sociaux et jusqu'à un total de 100%.

## **Choix de matériaux écologiques et méthodes de construction**

Afin de minimiser la création de GES durant la construction, on choisit des matériaux produisant peu ou pas de GES (comme l'argile) ou mieux encore ayant des rendements négatifs au niveau de la production de GES comme le bois, la paille ou les bioplastiques. Ainsi, le tout pourrait être conçu avec du bois massif, de la paille et de la terre cuite comme cela se fait en Europe. Voir :

[https://www.lemonde.fr/planete/article/2014/05/19/dans-les-vosges-un-hlm-de-huit-etages-en-paille\\_4421393\\_3244.html?fbclid=IwAR0OabJj5-cTWGzpVUZ67xNkSYuIMxgNvbAi1YXpE9Y4-6uSPExVH6kaSdU](https://www.lemonde.fr/planete/article/2014/05/19/dans-les-vosges-un-hlm-de-huit-etages-en-paille_4421393_3244.html?fbclid=IwAR0OabJj5-cTWGzpVUZ67xNkSYuIMxgNvbAi1YXpE9Y4-6uSPExVH6kaSdU)

On pourrait aussi être encore plus audacieux car nos techniques datant de l'empire romain soit étaler des pierres et des briques et les lier avec du mortier pourraient grandement être améliorées et passer à l'âge de l'informatique. Les imprimantes 3D géantes permettent de réaliser des constructions en un temps record soit entre 24 heures et moins de deux semaines.

On aurait d'autant plus de raisons d'améliorer nos techniques que des importantes réductions de coût pourraient faciliter la construction rapide et peu coûteuse de logements sociaux. On utiliserait, par exemple, du bioplastique fait à partir de chanvre (ou d'un autre bio matériel) et appliqué en couches à l'aide d'une imprimante 3D afin de réduire les coûts. Voir : [https://returntonow.net/2020/02/26/hemp-houses-are-being-3d-printed-in-australia/?fbclid=IwAR2\\_d0QemxK63PTfy1vL4KzM3a12j3jHTIMAIF-GGBesolp\\_0UxVm8\\_R0N4](https://returntonow.net/2020/02/26/hemp-houses-are-being-3d-printed-in-australia/?fbclid=IwAR2_d0QemxK63PTfy1vL4KzM3a12j3jHTIMAIF-GGBesolp_0UxVm8_R0N4)

Si cela est impossible ou trop onéreux alors une structure moitié béton (en dernier lieu car le ciment qui le compose est un double contributeur au réchauffement climatique) et moitié bois massif pourrait être envisagée. Cependant, on peut encore limiter la production de GES en employant des bétons verts (ou bleues) comme ceux développés à base de carcasses de homard et de coquilles de crustacés. D'autres techniques et commentaires en annexe. Voir : <https://ici.radio-canada.ca/nouvelle/1788731/usine-laboratoire-cermim-beton-vert-economie-circulaire-equipements>

## Considérations sur l’empreinte environnementale et les émissions de GES

L’humanité devra apprendre à vivre avec 1.68 hectares global par personne. Rappelons qu’un hectare est égal à la superficie d’un carré de 100 mètres de côté. C’est peu. Pour m’en faire une idée, je suis allé mesurer sur Google Map et j’ai trouvé que le terrain de l’église Ste-Bibiane près de chez moi correspondait à un peu moins d’un hectare. En rajoutant les deux tiers du pâté de maisons juste au nord; on arrive à ces 1.68 hectares à ne pas dépasser afin de respecter la biosphère. Le canadien moyen prend 8 hectares pour répondre à ses besoins et les 10% les plus pauvres prennent tout de même 5 hectares soit déjà trois fois plus que ce qui serait nécessaire au maintien de la biosphère. Quant aux 10% les plus riches; ils en prennent 12.4. Chiffres tirés de «Guérir du mal de l’infini» d’Yves-Marie Abraham pages 213 et 214.

Grossièrement calculé, mon projet devrait prendre entre 1.4 et 1.7 hectare et couvrir les besoins de base de 100 à 200 personnes. Cela ne comprend pas l’industrie (secteur primaire et secondaire), le transport, les télécommunications (ordinateurs, fibres optiques, etc.), l’enseignement et la plupart des services.

Quant aux GES, dans son livre «Climat : comment éviter un désastre», Bill Gates nous apprend que l’humanité produit 51 milliards de tonnes de GES par année (maintenant plutôt 59 milliards). Ces 51 (ou 59) milliards de tonnes de GES se répartissent comme suit (page 85) :

1-	Fabriquer des choses (ciment, acier, plastique)	31%
2-	Se brancher (électricité)	27%
3-	Cultiver des plantes et élever des animaux	19%
4-	Se déplacer (avions, camions, bateaux)	16%
5-	Se chauffer ou se rafraîchir (chauffage, climatisation, réfrigération)	7%

Il donne une précision sur sa méthode de classification. Le raffinage du pétrole entre dans la première rubrique alors que sa consommation se retrouve dans les autres rubriques comme se déplacer, se brancher, se chauffer, etc.

On y voit que la fabrication des objets accapare près du tiers des émissions mondiales. D’où l’importance, dans la construction, de choisir des matériaux sobres en carbones ou même capteurs de GES. J’ai déjà mentionné que le ciment contenu dans le béton est un double émetteur. Celui-ci est produit à partir de calcaire de formule chimique  $\text{CaCO}_3$ .

Lors du procédé de fabrication le CO<sub>2</sub> contenu dans le calcaire s'échappe en plus des émissions dues à l'utilisation de carburant fossile. Donc, le béton à éviter.

## **Avantages des écovillages verticaux pour la ville de Montréal**

Une économie d'eau sera réalisée par la Ville de Montréal puisqu'on utilise l'eau de pluie et qu'on économise l'eau utilisée en recyclant les eaux grises. Un autre grand avantage pour la Ville de Montréal est au niveau de la sécurité publique puisqu'en fournissant l'électricité, la chaleur et une partie de la nourriture ces maisons resteraient autonomes durant une catastrophe météo comme un grand verglas suivi d'un blizzard qui empêcherait les équipes d'Hydro Québec de rétablir le courant avant plusieurs semaines. Les équipes d'urgences n'auraient pas nécessairement à venir visiter ces maisons qui pourraient servir de point de sûreté pour le voisinage qui pourraient venir s'y réfugier.

## **Difficultés et conditions de réussite du projet**

Des économies supplémentaires pourraient être réalisées par la ville, au niveau du traitement des eaux usées, si l'on modifie le code du bâtiment du Québec afin de permettre l'utilisation des toilettes à compost en ville. Ce qui m'amène à parler des difficultés d'inclusion du concept dans les structures économiques et sociales actuelles.

Ce problème de l'utilisation excessive de l'eau potable pour l'usage des toilettes pourrait être résolu par l'utilisation des toilettes à compost. En effet, même en récupérant chaque goutte d'eau tombant sur l'ensemble du site, il risque d'être difficile de fournir l'eau nécessaire à la fois aux toilettes, même à débit réduit, et aux serres, et ce, même en réutilisant toutes les eaux grises. À cet effet, on peut voir dans le projet Abondance Montréal – Le Soleil que malgré des pratiques exemplaires ils n'arrivent qu'à fournir que 75% des besoins en eau des toilettes. Voir :

<https://projetsverts.voirvert.ca/projets/abondance-montreal-le-soleil>

Il faut savoir que nos excréments contiennent 90% d'eau et qu'une fois que les microorganismes ont fait leur travail; il ne reste que 3% de la matière d'origine. La majeure partie sera composée de bran de scie et de papier hygiénique. Il sera donc

relativement aisé de s'en départir afin de l'utiliser dans les serres comme engrais. Voir : <https://www.tv5unis.ca/videos/cest-plus-quun-jardin/saisons/1/episodes/3>

C'est pourquoi je recommande à la ville de Montréal de rapidement mettre sur pied des projets pilotes d'utilisation des toilettes à compost particulièrement aux abords des sites d'agriculture urbaines.

D'autres difficultés s'ajoutent au niveau des lois provinciales et des relations avec le monopole d'état de la production d'énergie électrique soit Hydro Québec. En effet, une ville (comme cela se fait à Sherbrooke) peut produire son énergie électrique mais voilà il y a un trou dans la loi puisque que le mot géothermie n'a pas été inclut dans le texte de loi. Ainsi, la ville de Montréal n'aurait pas le droit de créer un système d'échange de chaleur et de climatisation à partir de la géothermie pour un écoquartier.

De plus, Hydro Québec permet l'utilisation d'un compteur bidirectionnel mais seulement jusqu'à concurrence de zéro dollars sur la durée d'une année. Elle donne seulement des crédits. Ainsi, si la production sur un an de l'écovillage dépasse sa consommation cette production excédentaire ne sera pas payée et sera donné gratuitement à Hydro Québec. Cette concurrence avec la société d'état ne s'arrête pas là; les tarifs très bas et le bon bilan carbone d'Hydro Québec rend la rentabilisation du projet ainsi que la compétitivité de son bilan carbone plus difficile.

D'où l'idée d'en faire une preuve de concept à Montréal puis d'exporter le concept ailleurs comme dans l'Ouest canadien ou au États-Unis. Ainsi, l'électricité produite dans les provinces de l'Ouest peut coûter plus du double du coût au Québec pour les clients résidentiels. Voir : <https://www.hydroquebec.com/data/documents-donnees/pdf/comparaison-prix-electricite.pdf>

Quant aux GES, environ 91% de l'énergie électrique de l'Alberta est produite à partir de combustibles fossiles. Voir : <https://www.cer-rec.gc.ca/fr/donnees-analyse/marches-energetiques/profils-energetiques-provinces-territoires/profils-energetiques-provinces-territoires-alberta.html>

Ce projet d'Écovillage vertical et résilient est à la fois un projet technologique et profondément humain qui engage une communauté dans un objectif écologique commun. Empiriquement, les expériences d'écovillages à travers le monde ont de meilleures chances de succès en impliquant un groupe d'au moins 100 personnes et pouvant aller jusqu'à 200 personnes.



## L'entente entre Hydro Québec et Énergir : un pacte avec le diable

Selon le dernier rapport du GIEC, on a seulement trois ans pour stopper la hausse actuelle des émissions de GES et jusqu'à 2030 pour les baisser de près de la moitié afin d'arriver à la carboneutralité en 2050. Ceci implique qu'on a plus le temps d'utiliser le gaz naturel comme énergie de transition. Hydro Québec doit donc résilier immédiatement son contrat de bi-énergie avec Énergir et entreprendre un vaste chantier de géothermie résidentielle et commerciale. Voir à ce sujet les propos de Norman Mousseau de l'Institut Trottier de l'Énergie à la 30<sup>e</sup> minute de ce webinaire : <https://www.youtube.com/watch?v=-KhPMeagxhY&t=32s>

## Difficultés particulières d'insertion du projet reliées au PPU de Lachine-Est

Comme j'en ai déjà fait mention lors de la séance de questions et réponses du 12 avril dernier (Voir en page 48 à 52 : [https://ocpm.qc.ca/sites/ocpm.qc.ca/files/pdf/P118/6-2-1\\_12\\_avril\\_qa\\_lachine-est.pdf](https://ocpm.qc.ca/sites/ocpm.qc.ca/files/pdf/P118/6-2-1_12_avril_qa_lachine-est.pdf)), j'ai besoin d'avoir un accès au soleil garanti puisque j'utilise l'énergie solaire pour produire l'énergie nécessaire à mon projet.

Ayant, je crois, un Coefficient d'Occupation au Sol (COS) maximum de 4 et seulement 6 étages; je pourrais donc **établir mon projet dans un des quatre terrains du secteur 09-T8** (Voir en page 105 : [https://ocpm.qc.ca/sites/ocpm.qc.ca/files/pdf/P%20118/3-1\\_ppu\\_ecoquartier\\_lachine-est.pdf](https://ocpm.qc.ca/sites/ocpm.qc.ca/files/pdf/P%20118/3-1_ppu_ecoquartier_lachine-est.pdf)).

Mais voilà, **le premier des quatre terrains** possible se situe au seuil Sud-ouest adjacent à un terrain permettant jusqu'à 15 étages de hauteur situé à l'Est. **Le second terrain** est situé dans le secteur Dominion Bridge Ouest et est entouré par des bâtiments patrimoniaux. De plus, des activités potentiellement incompatibles avec l'habitation sont susceptibles d'y avoir lieu si j'ai bien compris (Voir page 109 du même document H-sous condition). **Le troisième terrain** est situé dans le Noyau Villageois coincé entre la Jenkins et le secteur Dominion Est et, tout comme le premier terrain, est entouré par des secteurs avec des hauteurs plus élevées avec 8 ou même 10 étages permis. **Le quatrième terrain** est situé dans le secteur Allis-Chalmers et, tout comme le second terrain, est entouré par des bâtiments patrimoniaux (lui aussi H-sous condition) en plus d'être potentiellement ombragé par des bâtiments de 12 étages. **En pratique, mon projet peut-il s'implanter à Lachine-Est?**

Aussi, en page 106, on mentionne **un taux d'implantation maximal de 60%**. Qu'est-ce que ça implique exactement? J'avais envisagé **d'utiliser les deux premiers étages pour le commerce et des espaces de bureau afin de rentabiliser davantage le projet**. Vos groupes d'usages ne semble pas pouvoir permettre l'utilisation du deuxième étage avec du commercial ou des espaces de bureau. Qu'en est-il de la complémentarité avec les commerces locaux? De plus, **mon projet n'entre pas dans la convention de bâtiments de type orthogonal** (carré, rectangulaire et à angles droits). Vous voulez encourager l'innovation mais **êtes-vous prêt à permettre ce type de dérogation à l'architecture conventionnelle?**

## Recommandations

1. Que soit envisagée la création d'un écovillage vertical et résilient sur le site de Lachine-Est ou sur d'autres sites de la ville de Montréal.
2. Qu'un projet de recherche sur les techniques de constructions innovantes avec imprimantes 3D géantes et utilisation de biomatériaux soit mis sur pied par le gouvernement du Québec en collaboration avec des universités québécoises.
3. Que des projets pilotes d'utilisation de toilettes à compost soient mis sur pied par la ville en conjonction avec les sites d'agriculture urbaines.
4. Que le code du bâtiment du Québec soit modifié pour permettre l'utilisation des toilettes à compost dans les écovillages verticaux et résilient ainsi que dans les projets d'habitation intégrant l'agriculture urbaine.
5. Que le gouvernement du Québec modifie sa loi afin de permettre aux villes d'être producteur d'énergie géothermique afin de lui permettre de créer des systèmes de partage de chaleur et de climatisation.
6. Que le gouvernement du Québec modifie sa loi afin de permettre que l'on puisse vendre de l'énergie excédentaire à Hydro Québec.
7. Que le gouvernement du Québec force Hydro Québec à résilier l'entente qu'elle a prise avec Énergir de bi-énergie et qu'Hydro Québec s'engage dans un vaste chantier de géothermie résidentielle et commerciale.

## **Conclusion**

Je suis convaincu que l'écovillage vertical et résilient fait partie de l'avenir de l'habitation sous sa première forme intégrant des serres ou sous sa deuxième forme n'ayant que la production agricole en milieu clos. Il nous aidera à traverser la tempête d'événements extrêmes que nous traverserons ensemble tout comme les «earth ship» littéralement «vaisseau de Terre» dont ils sont inspirés le feront en milieu moins dense.

## Renseignements supplémentaires sur les imprimantes 3D

Concernant les imprimantes 3D géantes plusieurs articles et courtes vidéo sont disponibles afin d'en mieux saisir les opportunités :

[https://plus.lapresse.ca/screens/3b553117-abda-4f9b-b68c-fde86c234da6\\_7C\\_0.html](https://plus.lapresse.ca/screens/3b553117-abda-4f9b-b68c-fde86c234da6_7C_0.html)

### La maison du futur sera-t-elle imprimée en 3D ? - La Presse+

« Il est clair que le développement de la technologie rend l'impression 3D beaucoup plus accessible. Alors qu'on parle aujourd'hui de "deuxième âge numérique" et de "deuxième âge de la machine", l'impression 3D se démocratise : des imprimantes 3D à petite échelle sont désormais offertes à prix abordable.

plus.lapresse.ca

<https://ici.radio-canada.ca/nouvelle/1166564/imprimante-3d-invention-maison-logement-brevet>

### Construire une maison en 24 heures avec une imprimante 3D | Radio-Canada.ca

Un scientifique britanno-colombien affirme qu'il peut bâtir les murs extérieurs d'une maison en 24 heures pour une fraction des coûts de construction habituels grâce à son prototype d ...

ici.radio-canada.ca

<https://ici.radio-canada.ca/info/videos/media-7782829/impression-3d-de-logements>



## Impression 3D de logements | Vidéos | ICI Radio-Canada.ca

À Nantes, en France, les imprimantes en trois dimensions sont au service des moins nantis.

[ici.radio-canada.ca](http://ici.radio-canada.ca)

<https://www.3dnatives.com/maison-3d-hollande-040520213/>



## En Hollande, une maison imprimée en 3D est habitée - 3Dnatives

Vendredi dernier, les locataires de la toute première maison néerlandaise imprimée en 3D ont récupéré les clés et ont pu s'installer. Située dans le quartier de Bosrijk à Eindhoven, cette maison est la première des cinq maisons du « Project Milestone » annoncé en juin 2018. La maison est le résultat d'un projet de construction et d'innovation commun à l'Université de ...

[www.3dnatives.com](http://www.3dnatives.com)

Il est maintenant possible d'allier le côté écologique avec la rapidité de construction aussi en imprimant des maisons avec de l'argile dans les imprimantes 3D :

<https://www.lamaisonsaintgobain.fr/blog/la-maison-de-demain/pret-vivre-dans-une-maison-d-argile-imprimee-en-3d>

En conclusion, si la volonté politique est présente alliée au savoir-faire des universités québécoise, il est tout-à-fait possible d'accélérer la construction de logements sociaux, d'en abaisser les coûts et de mettre à l'abri les gens dans des constructions innovantes pouvant relever les défis de la résilience et de la transition écologique.

Il est à noter qu'un autre moyen de séquestrer des GES pourrait être utilisé soit la photosynthèse artificielle grâce à la photocatalyse. La production de plastique à partir de CO<sub>2</sub> atmosphérique serait alors possible. Voir Les années-lumières du dimanche 17 octobre 2021:

<https://ici.radio-canada.ca/ohdio/premiere/emissions/les-annees-lumiere/episodes/577218/rattrapage-du-dimanche-17-octobre-2021>

## Annexes Discussion et dessin

### Discussion sur la forme architecturale de l'Éco-village vertical ou Maison résiliente collective

Maintenant, j'explore des formes d'inspiration florales (**Voir aussi dessin annexé**). J'ai considéré trois nouvelles formes afin de réduire les inconvénients de la tour octogonale (première forme envisagée à l'origine):

- Un octogone régulier d'où émane huit demi-ellipses formant **une fleur à huit pétales**. Chaque pétale pourra accueillir entre 6 et 8 logements (dépendant si l'on introduit des logements plus grands pour les familles). Le rez-de-chaussée sera occupé par des commerces et de deux à quatre étages d'habitations surmontés par des serres et les équipements énergétiques (capteurs solaires et éolien).
- Un hexagone régulier d'où émane six demi-ellipses formant **une fleur à six pétales**, le tout avec la même configuration que pour la forme précédente.
- Finalement, à titre de comparaison seulement, **une forme en croix** composée d'un carré et de quatre demi-ellipses.

Formes Architecturales	Avantages	Inconvénients
<b>Fleur Octogonale</b>	Facilité à mieux orienter les capteurs solaires (rotations de 45°).	Les fenêtres situées à la base des pétales sont <u>très rapprochées</u> d'un pétale à l'autre. Est-ce qu'au niveau de la réglementation ça passe?
	75% des toits des pétales sont cultivables en serre.	La vue à partir des fenêtres situées à la base des pétales est <u>très limitée</u> (environ 55° d'ouverture). Est-ce vendable?
<b>Fleur Hexagonale</b>	On a une bonne facilité à orienter les capteurs solaires (rotations de 60°).	Les fenêtres situées à la base des pétales sont <u>assez rapprochées</u> d'un pétale à l'autre. Est-ce qu'au niveau de la réglementation ça passe?
	Les deux tiers des toits des pétales sont cultivables en serre.	La vue à partir des fenêtres situées à la base des pétales est <u>assez limitée</u> (environ 70° d'ouverture). Est-ce vendable?
<b>En croix</b>	Les pétales étant éloignés l'un de l'autre ça respecte la réglementation sans problème (c'est le cas de multiples tours d'habitation).	Plus difficile de bien orienter les capteurs solaires (angle de 90°).
	La vue est dégagée pour la plupart des vues à partir des fenêtres sauf un peu restreinte pour les logements situés dans les coins. C'est plus vendeur.	Seulement 50% des toits des pétales sont cultivables en serre.

En faisant cette comparaison, **je vois que la forme hexagonale semble un bon compromis.**

**Il est possible de minimiser les inconvénients** en éloignant les fenêtres de la base du pétale en ajoutant un espace sans fenêtre soit pour en faire un débarras commun soit afin de les ajouter aux logements situés à la base des pétales. La distance entre les fenêtres d'un pétale à l'autre augmente et la vue disponible s'agrandit pour ces logements.

On voit aussi sur l'étude de la forme hexagonale que je mets en dégradé les pétales en haut de l'immeuble afin de mieux capter les rayons solaires. Les serres nord-est et nord-ouest sont au sixième étage, l'étage technique se situe au cinquième étage sur les pétales est et ouest et les serres sud-est et sud-ouest sont au quatrième étage. Il y aurait donc 144 logements (ou moins si l'on inclut des logements plus grands pour les familles) si l'on considère huit logements par pétale sur un étage donné.

Note : la forme exacte des pétales est amenée à changer. L'espace de circulation à l'intérieur des pétales sera plus rétrécie et la grandeur des logements en proportion plus grands, ce qui permettra de mieux rentabiliser l'espace et aussi de diminuer l'espace occupé par le noyau central hexagonal

Par contre, j'en ai parlé à un architecte et il m'a dit qu'au niveau du design urbain c'était affreux. Il propose de mêler le tout avec des formes orthogonales (à angles droits) sur deux à trois étages afin de mieux respecter le cadre bâti des villes. Une solution pourrait être de faire un centre commercial carré (ou rectangulaire) de deux étages avec espaces de bureau surmonté par les quatre derniers étages de mon projet. Il y aurait, à ce moment-là, environ 96 logements seulement. Une autre solution pourrait être d'utiliser un centre commercial déjà existant et de construire par-dessus le haut de mon projet.

# Écovillage vertical et résilient (dessin)

## Fleur hexagonale

