FAUBOURGS Zero. Eenergy. Neighborhood

Groupe ELA
Students Reinventing Cities



INDICE



LA VISION

LE PROJET

PROCHE DE CHEZ SOI
MOBILITÉ CENTRÉE SUR LES PERSONNES
UN LIEU POUR TOUS
CONSTRUCTION PROPRE
ENERGIE VERTE
ESPACES VERTS
STYLE DE VIE DURABLE
ECONOMIE VERTE

IMPACT ENVIRONNEMENTAL
BIBLIOGRAPHIE
ANNEXES

A. LA VISION

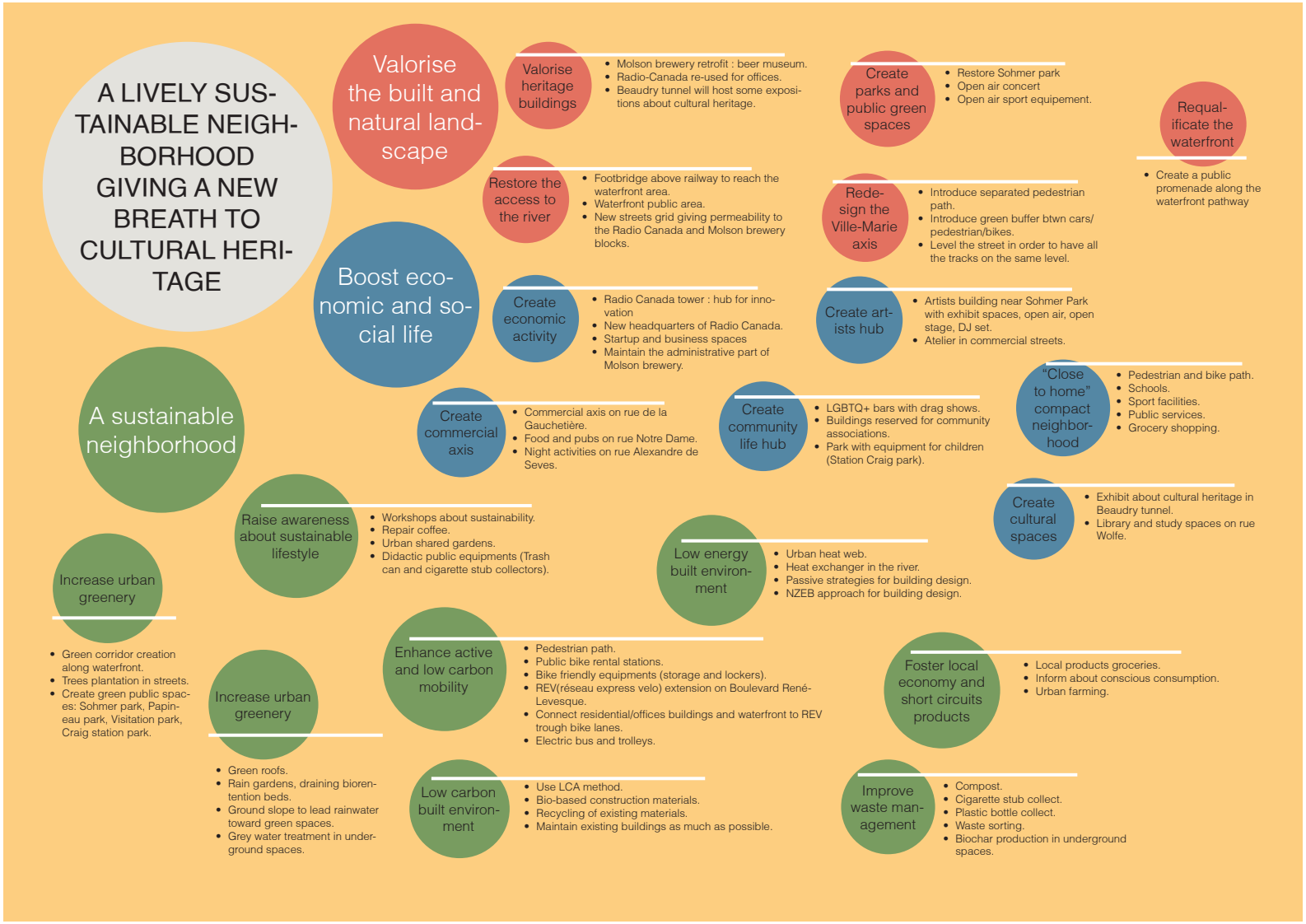


Fig.1.Vision et concept

La proposition vise à faire du quartier Sud des Faubourgs un quartier écologique et dynamique à échelle humaine qui donne une nouvelle vie à son héritage patrimoniale.
D'abord il s'agit d'obtenir un quartier neutre en émission de carbone au cours de son cycle de vie. Cet objectif passe par le choix raisonné des matériaux de construction, la réduction de la consommation d'énergie et la sensibilisation de la population au mode de vie éco-responsable.
Ensuite l'équipe veut dynamiser le quartier d'un point de vue socio-économique en créant des pôles d'activités économique et des lieux de rassemblement sociaux.
Finalement, le quartier des Faubourgs à une forte identité historique il s'agira donc de la respecter et de la mettre en valeur.

Le projet proposera donc des solutions innovantes pour un urbanisme résilient tout en prenant en compte les particularités identitaires et climatiques de la zone. Dans la suite nous décrivons le projet en se basant sur les principes de design d'un quartier vert indiqués pour le concours Students Reinventing Cities.

B. LE PROJET

PROCHE DE CHEZ SOI

Le projet élaboré tente de recréer un quartier des faubourgs plus accessible et de renforcer un modèle de quartier compacte et éco-responsable où chacun peut rapidement accéder à tous les services nécessaires à pieds ou à velo. L'idée de renforcement de la vie de quartier passe tout d'abord par l'introduction de commerces de proximité sur les axes de l'autoroute Ville-Marie et rue Notre-Dame, encourageant les rez-de-chaussée actifs, l'activation temporaire et la production locale.

Le centre de l'aire sera également re-dynamisée par la réhabilitation de l'ancien parc Sohmer, nouveau lieu d'interaction sociale et de mise en valeur de la biodiversité. Il sera au centre d'activités liées à l'art avec la présence d'un nouveau centre artistique regroupant diverses activités. Le centre offre également un espace de rencontre, des infrastructures dédiées aux arts ainsi qu'un lieu d'incubation de nouveaux talents. Les activités prévues dans le nouveau Faubourgs prennent également en compte la vie communautaire et familiale du quartier par l'introduction de bâtiments réservés aux locaux d'associations mais également par la mise en place d'une école élémentaire, d'un lycée avec infrastructure sportive, le tout lié au nouveau parc Sohmer. Les commerces donnant sur le parcs seront ainsi, encouragés à fournir des services de divertissement ainsi que de restauration pour les étudiants. De plus, il est prévu l'installation d'une bibliothèque entre le lycée et les bureaux encadrant la tour de radio Canada, disponible pour une mixité d'utilisateurs. Les flux de personnes dans l'aire circulera par la maille de rues piétonnes menant au parc et à la nouvelle promenade urbaine sur les rives du Saint-Laurent. Les différentes fonctions du quartier visent également à promouvoir un mode de vie durable de part l'utilisation renforcée du vélo et différentes infrastructures tels que des workshops écoresponsables, des espaces d'agricultures urbaines et des jardins et potagers développés sur les toits.

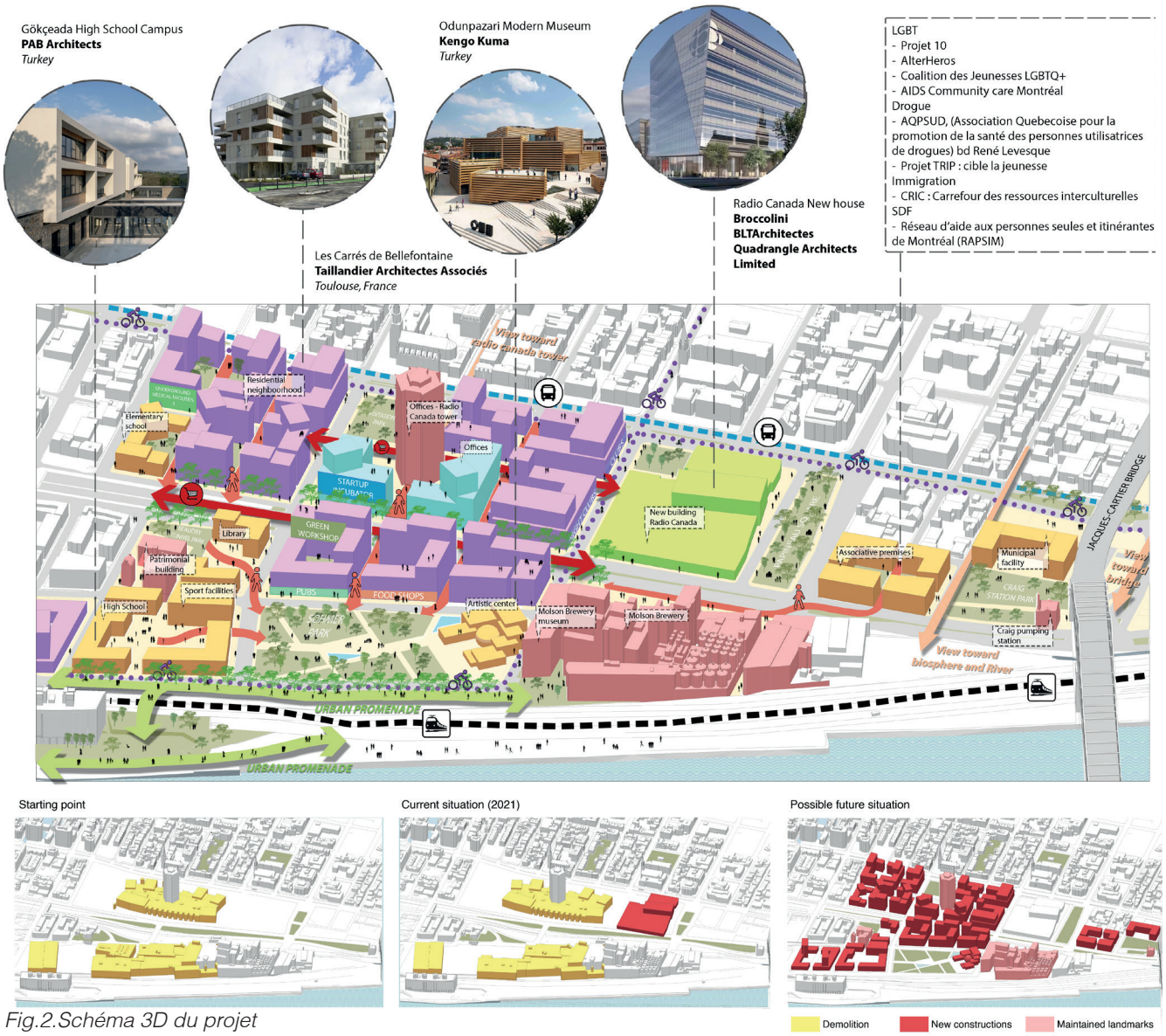


Fig.2.Schéma 3D du projet

MOBILITÉ CENTRÉE SUR LES PERSONNES ET RUES PROSPÈRES

En ce qui concerne la mobilité il s'agit de créer un quartier où il est simple de se déplacer à la fois à pied qu'à vélo quelle que soit la saison. En effet, il est envisagé de connecter le REV (Réseau Express Vélo) à une nouvelle piste cyclable qui parcourra la rue de la Commune avant de remonter rue Alexandre DeSève. Il est aussi envisagé de renforcer le réseau de bus sur le Bd René-Levesque. De plus les îlots résidentiels offrent des passages piétons entre les bâtiments et rendent l'aire perméable en direction du fleuve Saint Laurent (voir Fig.2). Pour garantir une mobilité piétonne facile au niveau de l'autoroute Ville-Marie des passerelles en hauteur sont proposées. D'ailleurs le projet comporte aussi une promenade offrant une vue sur le fleuve, pour se faire l'ensemble de la promenade sera surélevée par rapport au niveau de la voie ferrée de façon à éviter la pollution visuelle introduite par la présence de cette dernière.
De plus, une problématique importante est celle de l'utilisation des espaces en hiver (voir Fig.3). Des espaces fermés seront prévus dans le parc Sohmer sous forme de pavillons multifonctions qui fourniront un abri et garantiront la présence d'espace public utilisables en hiver. De plus, le centre artistique proche du parc Sohmer est aussi équipé d'un dôme centrale, à la fois utilisable pour y installer les terrasses de restaurants et que comme espace de distribution public. Ce dôme agira comme une serre et assurera le confort thermique hivernal aux usagers grâce à son orientation plein Sud.



Fig.3.Flux de personnes selon les saisons

UN LIEU POUR TOUS

Le projet propose une variété d'espace public qui permettent de créer une grande cohésion entre les habitants du quartier. En effet, des jardins partagés sont proposés sur les toits de certains bâtiments résidentiels pour permettre aux résidents d'avoir accès à un potager en ville. De plus, il est prévu de renforcer les activités communautaires en proposant des locaux pour les associations du quartier à proximité du square Papineau et du Village Gai. Ces locaux pourront accueillir les associations pour les communautés LGBTQ+, des associations d'aide aux personne dépendantes, ou encore des association de support aux personnes sans abris (voir Fig.2). Ensuite un complexe pour les activités artistiques sera aussi construit, ce dernier a une identité architecturale bien particulière. Il sera possible d'y louer des locaux pour des expositions et évènements, on y trouvera aussi des ateliers et galeries pour des artisans et artistes, des espaces de restaurations où pourront aussi se tenir des spectacles. Ce complexe de création aura donc un rayonnement important dans toute la zone. En effet il est fortement lié avec le parc Sohmer, vu comme une extension de la place interne au complexe artistique. En effet des exposition d'art pourront s'organiser en extérieur en suivant un parcours à travers le parc.
De plus la qualité des espaces de la place verte a été un point important lors du développement du projet. En effet des études sur les vents on été faites et les arbres on ensuite été placés de façon à protéger le parc du vent (voir Fig.4). La présence d'une grande quantité d'arbres et de plans d'eau contribuera aussi à contrôler la température ambiante en été et à éviter ainsi le phénomène d'îlot de chaleur. Par ailleurs, on trouvera aussi des structures qui pourront vendre boissons et nourriture à proximité de la rue Notre-Dame ainsi que des installation de street-workout du côté de la rue de la Commune. De cette manière la Parc Sohmer deviendra le point névralgique du quartier.

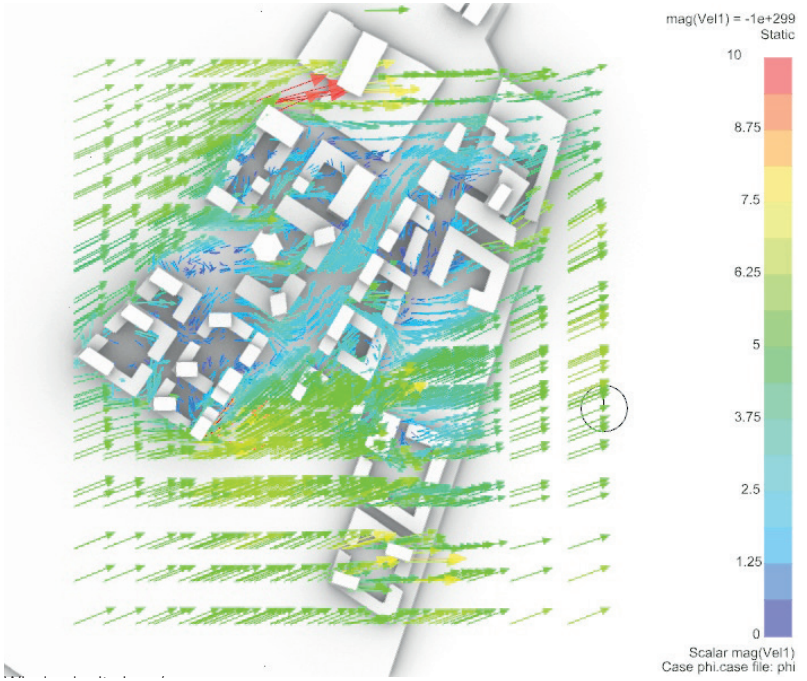


Fig.4.Vent dominant en m/s, 250°, vitesse 5m/s

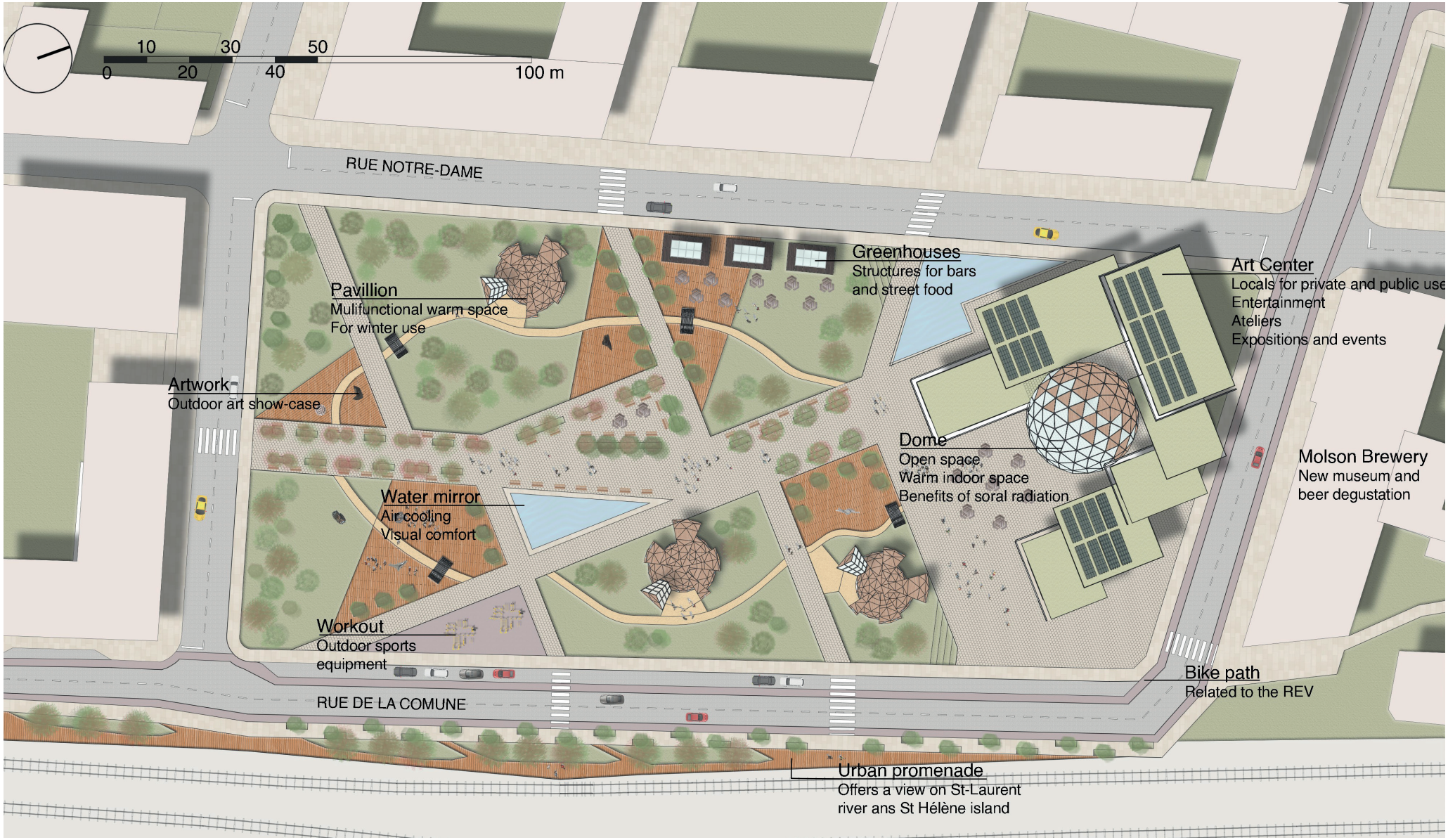


Fig.5. Proposition pour le Parc Sohmer et le centre artistique

CONSTRUCTION PROPRE

Dans l'objectif de créer un projet de quartier vert il est important de ne pas perdre de vue le problème de réduction des émissions carbone. Un des principaux domaines responsable de ces émissions étant la construction, une importance particulière a été attribuée au choix des matériaux ainsi qu'aux méthodes de construction. L'objectif est de réduire le carbone incorporé et les émissions due à la fabrication, au transport, à la maintenance ou encore à la destruction et la fin de vie des matériaux. Les bâtiments et infrastructures prévues on été étudiés afin d'optimiser leur consommation énergétique mais également leur besoins en matériaux. L'équipe s'est intéressé au LCA (Life cycle assessment) des matériaux c'est à dire leur cycle de vie et la quantité de carbone générée ou absorbé au cours de ce cycle. Les structures choisies ont donc été prévue en bois (matériaux emmagasinant une grande quantité de carbone au cours de sa vie) plus particulièrement en CLT (cross-lam timber) ou bois lamellé-collé, solution innovante, carbone négative et issue de sources durables et locales puisque disponible dans le secteur. En ce qui concerne les isolants, on privilégiera des matériaux biobased ou biomatériaux tels que la laine de chanvre ou anas de chanvre. On accordera également une importance particulière aux revêtements prévu pour la plupart en bois pour les partie sud, chaux chanvre ou argile, rappelant la couleur des édifices environnants, pour les partie des nouveaux bâtiments orientées nord. Le nouveaux centre artistique comprendra également un revêtement en gabion wall ou casier permettant la réutilisation des matériaux de chantier issues de la destructions des anciens bâtiments principalement le béton.

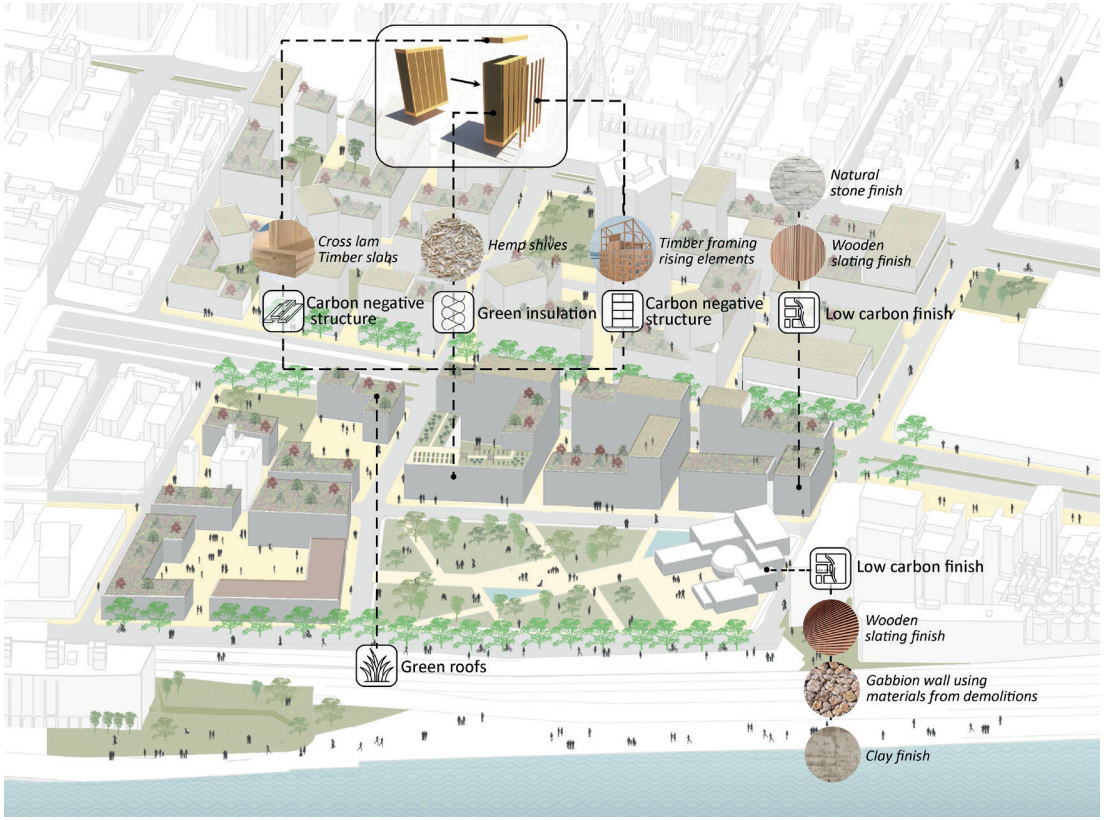


Fig.6. Matériaux de construction eco-responsables

ENERGIE VERTE

Différentes stratégies pour la durabilité du projet ont été mises en place. Les façades des bâtiments ont été orientées afin de maximiser l'apport solaire sur toute l'année. Un système de panneaux photovoltaïques en façade et en toiture a été imaginé afin d'optimiser la production d'énergie solaire au cours des différentes saisons de l'années. Ces panneaux sont montés sur une structure indépendante, ils protègent les façades du rayonnement direct en été et permettent tout de mème l'exploitation du toit. Le fleuve constitue également une source d'énergie renouvelable non négligeable dans le quartier. Des systèmes de pompes à chaleurs eau/eau peuvent être développés pour les systèmes de chauffage au sol ainsi que l'eau chaude sanitaire. L'énergie hydraulique du fleuve pourrait également être exploitée, l'hydroélectricité étant courante au Québec. Afin de réduire la consommation d'eau potable, l'eau de pluie est récupérée et stockée pour l'irrigation des espaces verts en période de sécheresse. Elle peut également servir à un usage domestique après filtration, par exemple pour l'alimentation des sanitaires. Des toits verts couvrent la majorité des bâtiments et permettent de réduire leur consommation énergétique. Les différents espaces verts et leurs arbres permettent de réguler la température de l'air en été et d'améliorer la qualité de l'air. Enfin, l'aire prévoit des chemins piétons et cyclables pour favoriser les mobilités actives. Ces différentes stratégies contribuent a assurer la carboneutralité du projet en réduisant les consommations d'énergies et en compensant celles-ci par la production d'énergie renouvelable.

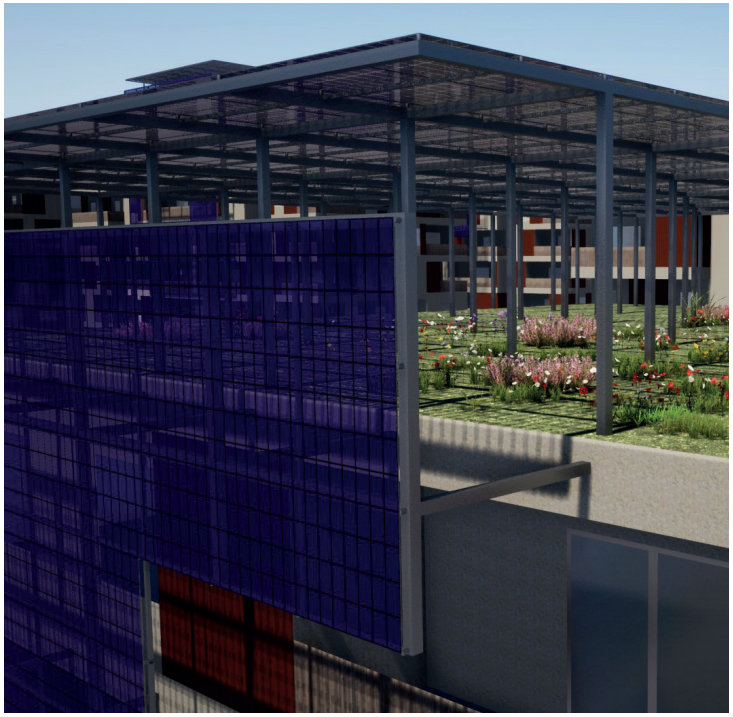


Fig.9.Installation photovoltaïque

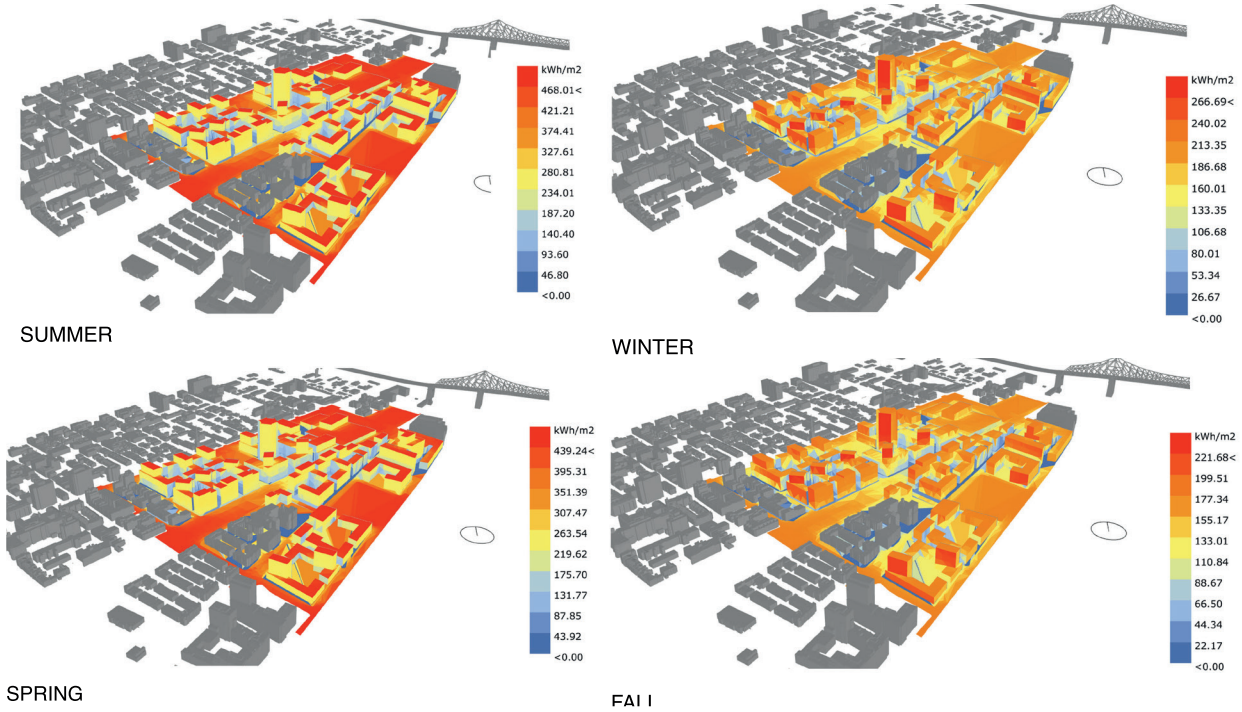


Fig.8.Analyse de la radiation solaire

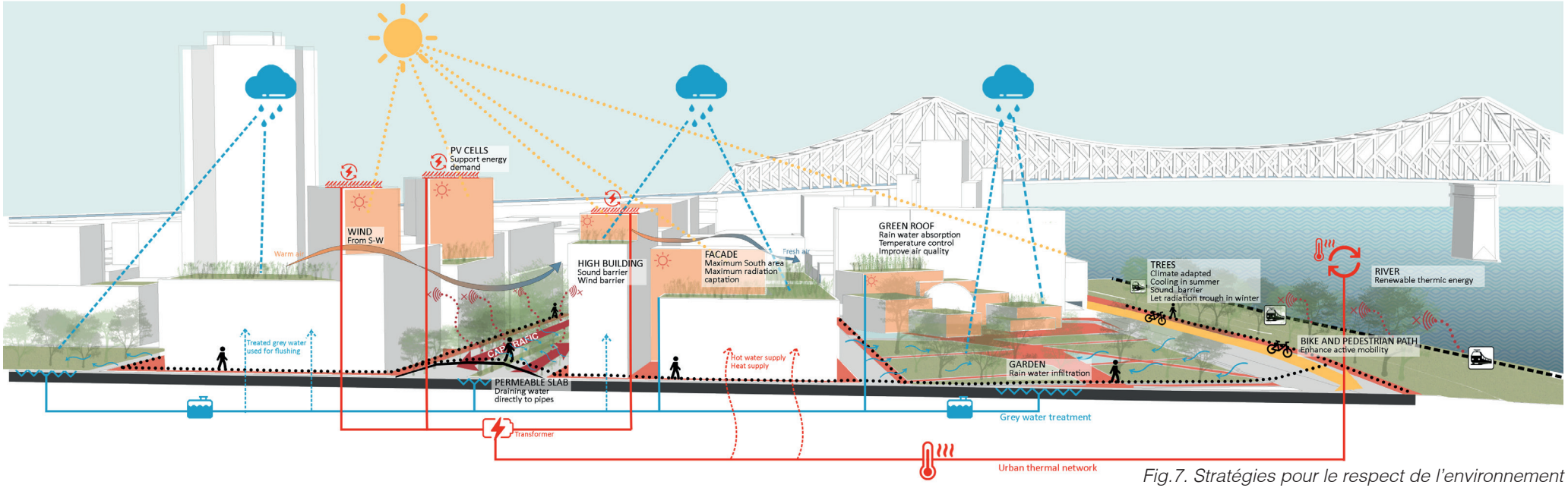


Fig.7. Stratégies pour le respect de l'environnement

ESPACES VERTS

Le projet prévoit de nombreux espaces verts dans le quartier. Ces espaces, riches en biodiversité, contribuent au confort et à la résilience du quartier. En effet, ils améliorent la gestion des eaux de pluies et réduisent l'effet d'ilot de chaleur, problème présent dans l'aire à l'état actuel. De plus, ils sont pensés comme des lieux de rencontre pouvant accueillir diverses fonctions économiques et sociales. Le parc Sohmer, fortement lié au centre artistique, pourra accueillir des évènements culturels en extérieur. Il abrite également des équipements sportifs et des structures couvertes pour l'hiver. Sur les toits des résidences, des jardins et potagers communs ont été imaginés pour promouvoir la cohésion sociale et un mode de vie plus durable. Ils pourront également accueillir des ateliers sur le thème de l'agriculture urbaine. Les toits les plus hauts, non accessibles, accueillent quant à eux des espaces verts extensifs couverts de panneaux photovoltaïques. Etant plus protégés, ils peuvent accueillir des espèces plus vulnérables. De plus, les plantes améliorent l'efficacité des panneaux photovoltaïques en refroidissant l'air ambiant.

Des espèces végétales indigènes ont été sélectionnées pour couvrir ces espaces verts. Elles soutiennent la faune locale et sont adaptées au climat. De plus elles garantissent l'identité esthétique du quartier. En prévision de l'évolution du climat Montréalais, il convient de favoriser des plantes résistantes a la sécheresse.

Enfin, les espaces verts contribuent a la carboneutralité du quartier sur plusieurs aspects. Les végétaux absorbent du carbone pendant leur croissance et améliorent la qualité de l'air ambiant. Les toits verts améliorent l'efficacité énergétique des bâtiments et allongent la durée de vie des toitures. Finalement, ils contribuent aussi à l'aspect esthétique du quartier et au confort de ses habitants et usagers.

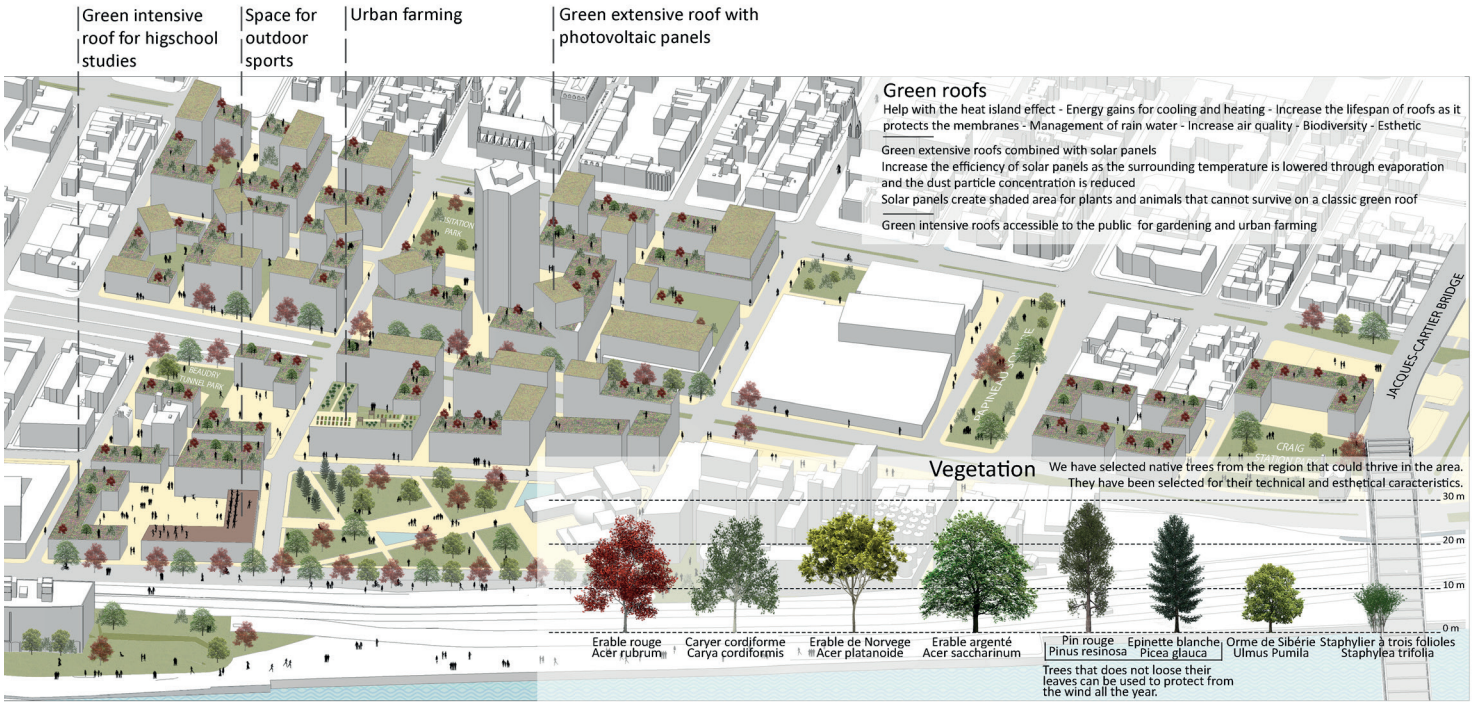


Fig.10.Essences végétales et répartition du vert

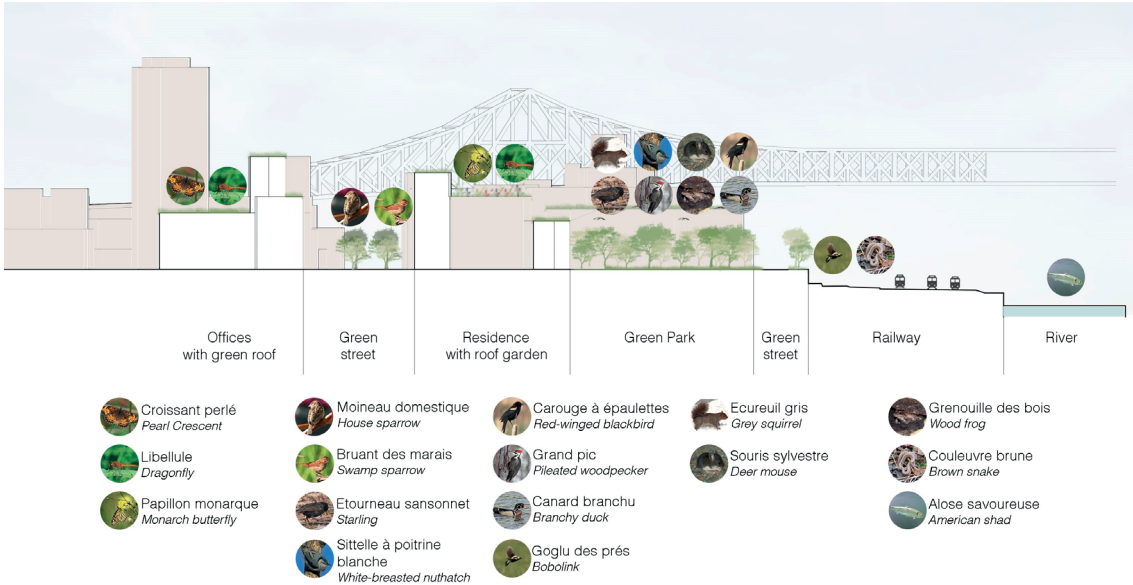


Fig.11. La faune locale

STYLES DE VIE DURABLES

Un des axes principaux du projet et le respect de l'environnement et l'éducation de la population à ce sujet. Non seulement le projet proposé vise à réduire la consommation énergétique du quartier (bâtiments et transports) et l'impact carbone des matières premières mais aussi il tend à sensibiliser la population à un mode de vie plus résilient. Le premier aspect sera donc de permettre aux personnes d'avoir un mode de vie écologique en favorisant la mobilité active et la consommation responsable.
Pour ce faire des pistes cyclables et voies piétonnes seront aménagées, de plus le réseau de transport en commun sera renforcé. Ensuite, pour favoriser une consommation responsable les habitants auront accès à des jardins partagés et pourront consommer leur propre fruits et légumes.
Le second aspect sera de favoriser la conscience écologique habitants. Pour cela des «Green Workshop» seront proposé dans un des bâtiments près de l'autoroute Ville-Marie. L'idée est d'organiser des ateliers d'informations sur l'environnement et les actions à mettre en place dans la vie de tous les jours pour être plus respectueux de la planète. D'ailleurs cet espace accueillera aussi un Repair Caffè, lieu ou les personnes peuvent se restaurer mais aussi échanger leur savoir en s'entraidant pour réparer des objets du quotidien et ainsi réduire leur déchets.
Finalement, les rues et espaces publics seront équipées d'installation didactiques. Par exemple des poubelles et des collecteurs de mégots qui indique la quantité de déchet récoltée et leur impact environnemental.



ECONOMIE VERTE

En ce qui concerne l'activité économique de la zone, le projet prévoit la mise en place de diverses centres d'emploi le plus notable se concentrant sur la zone de l'ancienne maison de radio Canada. Outre la tour qui comprendra des bureaux il est prévu l'installation de deux bâtiments réservés à des bureaux et également prévu l'attribution de locaux dans ces bâtiments afin d'y installer un incubateur de start-ups et de pouvoir dynamiser la vie économique et l'innovation dans le secteur. Sera bien entendu encouragé l'installation de startups privilégiant des nouvelles compétences et des emplois plus verts ou liés à l'économie durable et une prospérité à long termes de l'environnement. Ce secteur d'emploi sera principalement mis en place pour des infrastructures et espaces de formation de perfectionnement et favorisera l'emploi des jeunes et des nouveaux arrivant. En ce qui concernent les différentes autres zone d'emploi, il est à noté que l'installation de nouvelles rues commerçantes et de nouveaux axes commerciaux rue Notre-Dame, sur l'autoroute Ville-Marie et rue de la Gauchetière, offre de nouveaux emplois dans diverses domaines allant du commerce de proximité à la restauration en passant par les activités de la vie nocturne. Ces activités commerciales prennent en compte les enjeux d'économie circulaire mais également la mixité des personnes de la zones et les différentes générations que ce soit les populations jeunes ou les travailleurs âgés. Des opportunités de formations et d'éveil aux enjeux environnementaux seront fourni par divers workshop et associations. Des opportunités pour les travailleurs du milieux médicaux pourront également être ouvertes grâce à l'utilisation des sous-sols pour l'installation d'infrastructure de radiothérapie nécessitant un milieu isolé.

C. IMPACT ENVIRONEMENTAL

RESULTATS

Afin d'orienter le choix des matériaux de construction et d'évaluer l'impact environnemental du projet, un calcul préliminaire du potentiel de réchauffement global a été effectué. L'objectif est donc d'évaluer l'impact environnemental en termes de tonne de CO2 équivalent associé aux phases de construction et d'opération du projet en considérant une durée de service de 60 ans. L'objectif est de comparer l'impact d'une construction dite « Business as usual » avec une construction utilisant des matériaux plus respectueux de l'environnement.
L'étude prend en compte les matériaux utilisés pour la construction, la consommation d'énergie liée à l'utilisation des bâtiments, l'impact de la mobilité dans le quartier, le carbone séquestré dans les matériaux et dans les espèces végétales du quartier et enfin l'énergie verte produite.
Le graphique ci-contre montre le résultat de cette comparaison. En combinant les différentes stratégies environnementales, le projet a le potentiel de devenir carboneutre.

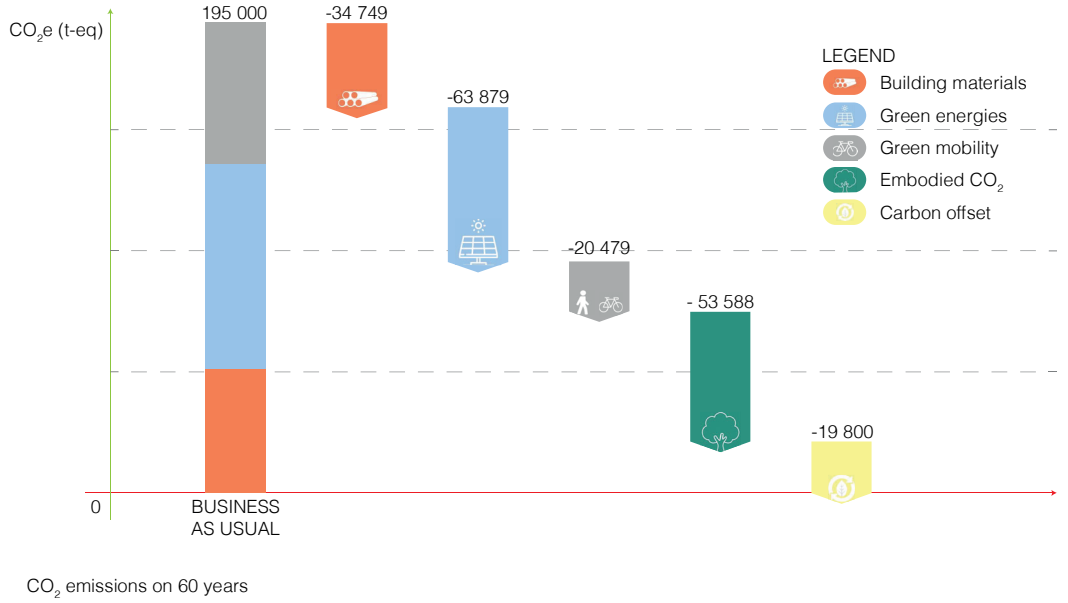


Fig.12. Emissions de CO_2 sur 60 ans

METHODOLOGIE ET COMPARAISON DES DEUX SCENARIOS

SOLUTION BAU

Pour le calcul de la solution BAU, les méthodes de construction les plus répandues ont été choisies. La structure portante des bâtiments est réalisée en béton armé. L'isolation est réalisée avec des panneaux de polystyrène expansé et des panneaux de polystyrène extrudés pour les zones les plus exposées (toiture et fondations). Les prestations thermiques correspondent aux normes du code de construction canadien.

SOLUTION PROPOSEE

Pour la solution proposée, la structure portante est réalisée en bois lamellé croisé (CLT) pour les éléments horizontaux. Les éléments verticaux utilisent quant à eux des panneaux préfabriqués en bois contenant un isolant à base de fibre de chanvre. Les principaux revêtements extérieurs sont à base de bois et de pierre. Les prestations thermiques sont également supérieures aux normes imposées par le code de construction canadien.

LES MATERIAUX DE CONSTRUCTION

Le choix des matériaux de constructions à un impact majeur sur l'empreinte écologique du projet. Choisir des matériaux locaux et préférentiellement biosourcés permet de réduire les émissions de CO2 dus a la construction de ces matériaux et a leur transport sur l'aire de projet. La comparaison a donc été effectué entre des matériaux largement répandus dans le secteur (Business as usual) et notre proposition de technologies constructives. S'agissant d'un calcul préliminaire, seuls les éléments qui influent le plus sur l'empreinte carbone du projet ont été pris en compte et l'approche « Cradle-to-gate » est utilisée, considérant les phases d'extractions et de transformation des matériaux. Ce calcul considère l'ensemble des éléments structuraux, les matériaux d'isolation et d'imperméabilisation ainsi que les revêtements extérieurs. Les éléments qui ne diffèrent pas entre les deux scénarios tels que les partitions intérieures n'ont donc pas été évaluée. Ce calcul préliminaire permet d'évaluer les économies en termes d'émissions de CO2 que permettrait une sélection éclairée des matériaux de construction.
Le graphique ci-contre (Fig.13) compare l'impact des matériaux pour les deux scénarios. Le carbone stocké dans les matériaux végétaux n'est pas pris en compte. Pour le calculer, une valeur de contenu de carbone de 50% a été choisie dans le cas où la certification environnementale ne fournissait pas de valeur. Le carbone contenu dans les structures en CLT et dans l'isolation a base de chanvre a été considéré. Le résultat obtenu est de 43 302 tonnes de CO2-equivalent séquestré dans les matériaux du projet.

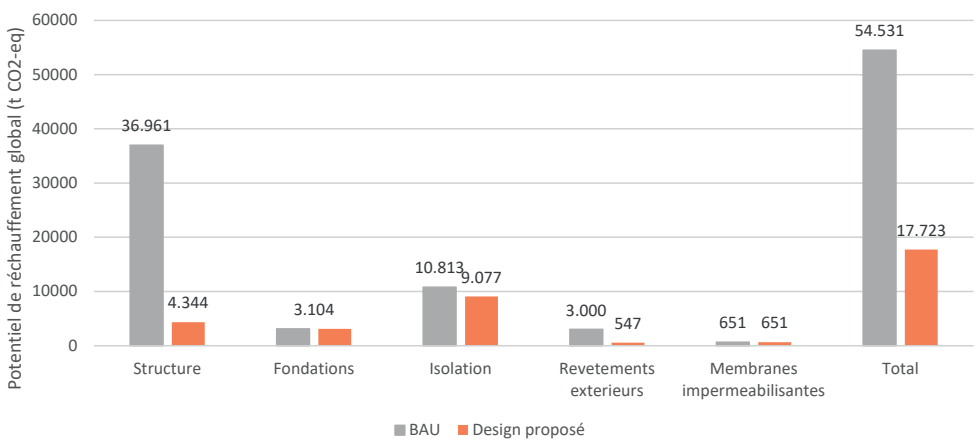


Fig.13.Empreinte carbone des matériaux

ENERGIE

Pour le calcul de la consommation énergétique des différents édifices, le plugin SEFAIRA a été utilisé. Cela nous a permis de comparer les prestations thermiques des deux scenarios. Seul l'énergie utilisée pour le chauffage, la climatisation et la ventilation a été pris en compte, ces pôles de consommation étant les plus importants.

MOBILITES

Pour évaluer l'impact de la mobilité, nous avons pris les émissions de CO2 par habitant en relation avec la mobilité En favorisant les mobilités durables ainsi qu'un mode de vie «close to home», nous avons estimé pouvoir réduire ces émissions de 25% dans notre projet, ce qui correspond aux objectifs de la ville de Montréal pour 2030. Pour le quartier, cela permettrait de passer d'un impact de 58 500 à 43 900 tonnes équivalent CO2.

GREEN ENERGY

Afin de subvenir aux besoins en énergie du quartier et de compenser les émissions dues aux autres phases, la production d'énergie durable a aussi été prise en compte. Des systèmes de panneaux photovoltaïques et de récupération de chaleur du fleuve.

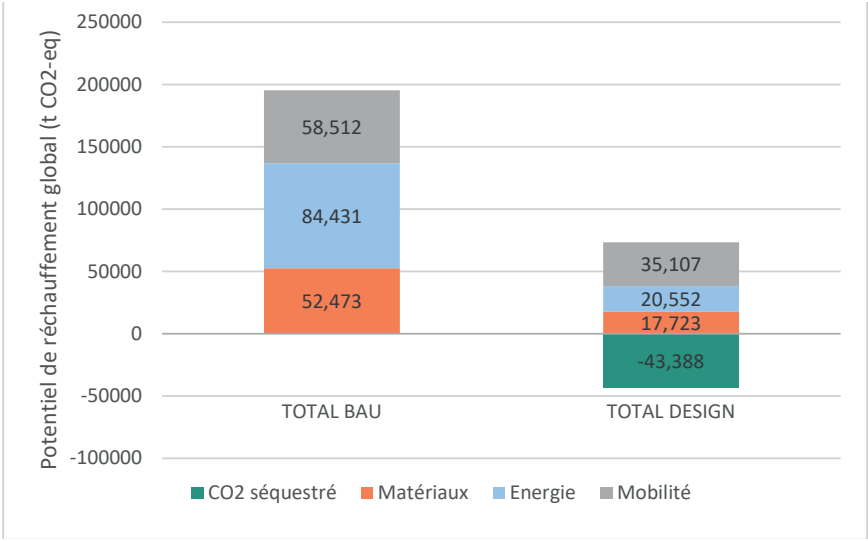


Fig.14.Empreinte carbone des deux scénarios

BIBLIOGRAPHIE

[1] Ville de Montréal, Montréal en statistique. URL access on 11/10/2020. http://ville.montreal.qc.ca/portal/page?_pageid=6897,67875636&_dad=portal&_schema=PORTAL

[2] Données ouvertes de la ville de Montréal, URL access on 03/10/2021. https://donnees.montreal.ca/

[3] Carte interactive / PPU des Faubourgs, URL acces on 03/13/2021. https://ville-marie.maps.arcgis.com/apps/PublicInformation/index.html?appid=714e5a38d04e4b9899a13f27d9d2dd2a

[4] Ville de Montréal, Agenda montréalais 2030 pour la qualité et l'exemplarité en design et en architecture, 2019.

[5] Direction des grands parcs et du verdissement, Plan d'action canopée 2012-2020, May 2012.

[6] Ville de Montréal, Plan climat 2020-2030, 2020.

[7] Montréal service de l'urbanisme et de la mobilité, Direction de la mobilité, Division de développement de projets et intégration des réseaux, Réseau cyclable de Montréal 2019, May 2019.

[8] Ville-Marie – Aménagement urbain et services aux entreprises, Secteur 3 - Brasserie Molson, October 2018.

[9] Ville-Marie – Aménagement urbain et services aux entreprises, Secteur 4 – Site Radio Canada, October 2018.

[10] Ville-Marie – Division de l'urbanisme, Programme particulier d'urbanisme (PPU) des Faubourgs, mise en situation du territoire, October 2018.

[11] Montréal en statistiques – Service du développement économique, Profil de quartier – Secteur des Faubourgs – Arrondissement de Ville-Marie, August 2018 .

[12] EnergyPlus, Weather Data by Region North and Central America, URL access on 03/13/21. https://energyplus.net/weather-region/north_and_central_america_wmo_region_4/CAN/PQ

[13] Giraud Colin, « Le « Village Gai » de Montréal. Une aventure urbaine minoritaire », Espaces et sociétés, 2013/3 (n° 154), p. 33-48. DOI : 10.3917/esp.154.0033. URL access on 02/21/2021. https://www.cairn.info/revue-espaces-et-societes-2013-3-page-33.htm

[14] Étude de cas d'un bâtiment à carbone zéro du CBDCa : l'école primaire Curé Paquin, Saint-Eustache, Québec. URL access on 12/02/2020. https://www.cagbc.org/CBDCaSiteWeb/Carbone_Zero/Projets/Cure-Paquin.aspx

[15] CIMA+ obtains the 2019 zero carbon building performance certification for its sherbrooke office. URL access on 12/02/2020. http://www.cima.ca/en/cima-obtains-the-2019-zero-carbon-building-performance-certification-for-its-sherbrooke-office/

[16] Groupe AGECO, ECPAR, Conseil du bâtiment durable du Canada-Québec, La réduction à la source des matériaux et résidus de construction, 2019

[17] Shady Attia. Net Zero Energy Buildings (NZEB) : Concepts, Frameworks and Roadmap for Project Analysis and Implementation. Butterworth-Heinemann; 2018. URL access on 11/24/2020.. http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=nlebk&AN=1611165&site=ehost-live

[18] Materiali a base di canapa. URL access on 12/02/2020. https://naturefibres.com/

[19] Marine Fouquet, Annie Levasseur, Manuele Margni, Alexandra Lebert, Sébastien Lasvaux, Bernard Souyri, Catherine Buhé, Monika Woloszyn, Methodological challenges and developments in LCA of low energy buildings: Application to biogenic carbon and global warming assessment, Building and Environment, Volume 90, 2015, Pages 51-59.

ANNEXES

ANNEXE 1 : DÉTAIL BILAN CARBONE

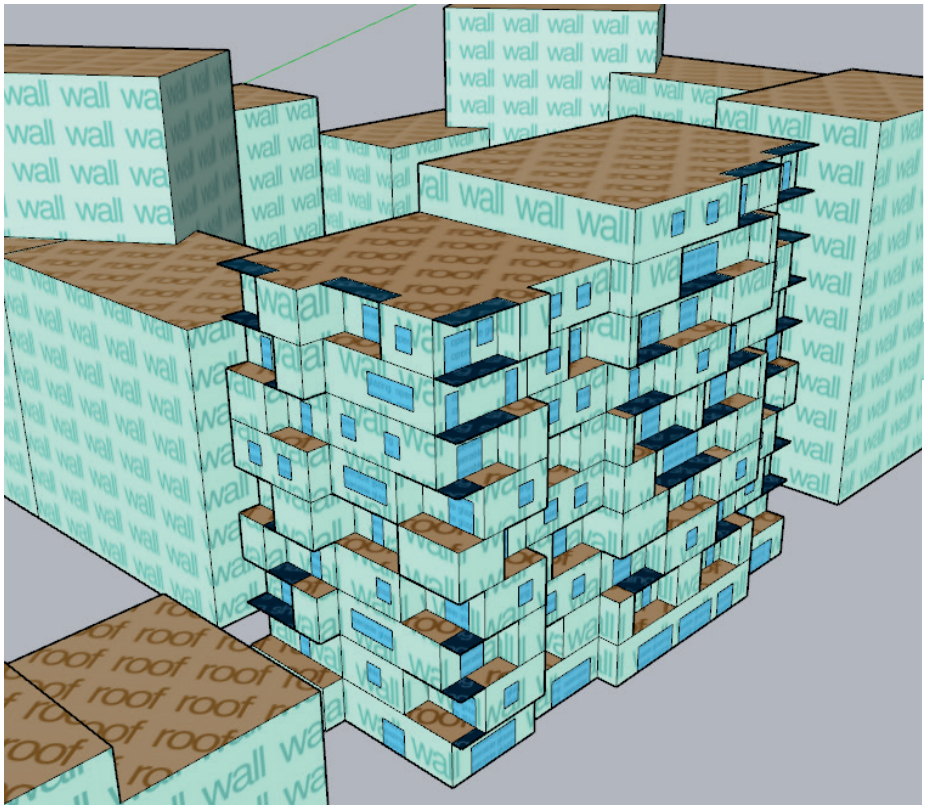
Material	Producer	Functional unit	Quantity [fu]	GWP (A1-A3) [kg C02-eq. / fu]	GWP (A1-A3) [kg C02-eq.]
Concrete for foundations	Lafarge	m^3	7443	417,05	3 104 478
Concrete for walls and slabs	Lafarge	m^3	121 376	304,52	36 961 438
XPS	Adex	m^2	122 801	71,3	8 755 732
EPS	Adex	m^2	545 780	3,77	2.057 591
Waterproofing membrane	Adex	m^2	122 801	5,3	650 846
Fiber cement cladding	Cembrit	m^2	185 212	16,2	3 000 439

Fig.15.Bilan carbonne matériaux BAU

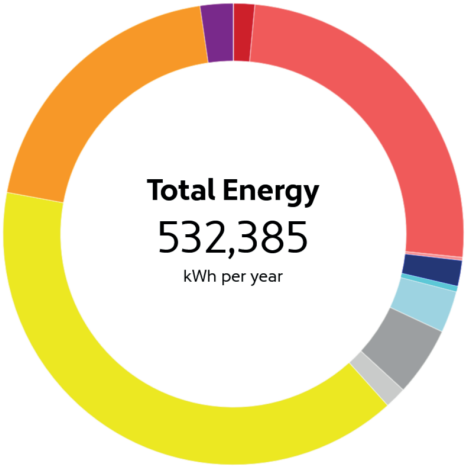
Material	Producer	Functional unit	Quantity [fu]	GWP (A1-A3) [kg C02-eq. / fu]	Embodied CO_2 [kg C02-eq. / fu]	GWP (A1-A3) [kg C02-eq.]	Embodied CO_2 [kg C02-eq.]
Concrete for foundations	Lafarge	m^3	7443	417,05	0	3 104 478	0
Cross laminated timber for walls and slabs	Nordic structure	m^3	54 304	79,99	- 764,56	296 302	- 41 518 976
Hemp for insulation	NatureFibre	m^2	185 212	1,738	- 2,533	321 528	- 469 142
Timber cladding	Maibec	m^3	1805	71,579	- 775	129 231	- 1 400 261
Stone exterior siding	Montreal Brique et Pierre	m^2	94 940	4,4	0	417 737	0
Waterproofing membrane	Adex	m^2	122 801	5,3	0	650 846	0
XPS	Adex	m^2	122 801	71,3	0	8 755 732	0

Fig.16.Bilan carbone matériaux design proposé

ANNEXE 2 : ANALYSE SEFAIRA



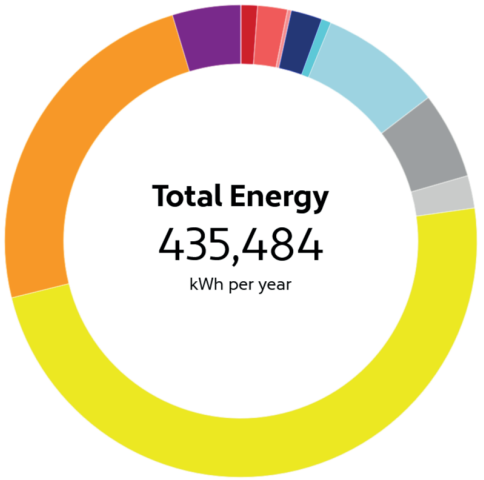
Annual Energy Use



Segment	kWh per year	% of total use
Heating	**142,850**	**27 %**
AHU	7,949	1 %
Zones	133,759	25 %
Humidification	1,142	0 %
Cooling	**27,270**	**5 %**
AHU	9,640	2 %
Heat Rejection	2,051	0 %
Zones	15,579	3 %
Fans	**33,931**	**6 %**
AHU	25,842	5 %
Zones	8,089	2 %
Interior	**315,974**	**59 %**
Lighting	210,649	40 %
Equipment	105,325	20 %
Pumps	**12,360**	**2 %**

Fig.17.Consommation énergétique BAU

Annual Energy Use



Segment	kWh per year	% of total use
Heating	**14,981**	**3 %**
AHU	4,945	1 %
Zones	8,903	2 %
Humidification	1,133	0 %
Cooling	**48,609**	**11 %**
AHU	9,305	2 %
Heat Rejection	2,790	1 %
Zones	36,514	8 %
Fans	**35,544**	**8 %**
AHU	25,842	6 %
Zones	9,702	2 %
Interior	**315,974**	**73 %**
Lighting	210,649	48 %
Equipment	105,325	24 %
Pumps	**20,376**	**5 %**

Fig.18.Consommation énergétique Design