

Rapport d'étape
Programme de végétalisation de bâtiment



Table des matières

1.	Les informations de base et naissance du projet.....	3
1.1.	L'organisme promoteur.....	3
1.2.	La description et les objectifs du projet.....	3
1.3.	La nécessité du projet.....	5
1.4.	La localisation du projet de démonstration.....	7
2.	Le suivi administratif du projet.....	8
2.1.	L'administration.....	8
2.2.	Les partenaires et leurs contributions.....	9
2.3.	Les contractants et les manufacturiers associés.....	11
3.	Le suivi financier du projet.....	13
3.1.	Les budgets et les échéanciers comparés.....	13
3.2.	Le financement prévu en date du rapport.....	16
4.	L'avancement des activités.....	17
4.1.	Les toitures végétales.....	17
4.2.	Le mur végétal.....	21
5.	Résultats obtenus à ce jour.....	24
5.1.	Les mesures comparatives de température.....	24
5.2.	Les mesures comparatives de rejet d'eau de pluie.....	25
6.	La promotion et les publics associés au projet.....	26
6.1.	Activités de promotion.....	26
6.2.	Public visé par le projet.....	26
6.3.	Personnes participant à la promotion du projet.....	27
	Conclusion.....	28
	Table des annexes.....	29

1. Les informations de base et naissance du projet

1.1. L'organisme promoteur

Vivre en Ville, le regroupement québécois du développement urbain, rural et villageois viable

Vivre en ville, le regroupement québécois pour le développement urbain, rural et villageois viable, est un organisme d'intérêt public qui a vu le jour en 1994. La portée de son action est nationale, tout en étant fortement implantée dans sa communauté.

Vivre en Ville œuvre principalement à la sensibilisation des acteurs québécois afin de favoriser l'application des principes du développement durable dans la planification et l'aménagement du territoire. Par des recherches, des outils de formation et des événements, l'équipe de Vivre en Ville stimule l'innovation et participe à l'émergence d'une vision nouvelle du développement des agglomérations québécoises centrée sur les collectivités viables.

Vivre en ville poursuit également son action de sensibilisation par la réalisation de projets de démonstration visant l'amélioration de la qualité de vie inspirés d'expériences internationales mais appliqués tant à l'échelle des quartiers urbains et des villages que des milieux ruraux.

En tant qu'organisme d'intérêt public ayant réalisé plusieurs projets d'envergure nationale et internationale, Vivre en Ville coordonne le Programme de végétalisation de bâtiment.

Après avoir effectué des recherches documentaires et des visites de plusieurs réalisations de toits et des murs végétaux en Europe (Danemark, Suède et Allemagne) et au Québec, Vivre en Ville a mesuré la pertinence d'assurer le développement de ces deux techniques et choisi de procéder par étapes, à savoir, démontrer pour mieux promouvoir.

1.2. La description et les objectifs du projet

Le projet de Vivre en Ville vise l'implantation de deux toits et un mur végétaux sur un même ensemble immobilier à Québec. En mesurant, les impacts de ces deux types de couverture végétale sur plusieurs saisons, Vivre en Ville souhaite démontrer la viabilité et les différents avantages de ces deux techniques de végétalisation de bâtiments dans un contexte climatique de type nordique. Ce projet de démonstration représente la première étape d'un Programme de sensibilisation et de promotion des techniques de végétalisation de bâtiment au Québec.

Ce projet entre pleinement dans le cadre de la mission de Vivre en Ville soit démontrer la pertinence d'une technique innovatrice proposant une alternative écologique, saine et durable en milieu urbain et adapté au contexte climatique québécois.

Les toitures et les murs végétaux offrent de multiples avantages comparativement aux toits et aux murs conventionnels, en voici certaines fonctions¹ :

- contribuer efficacement à l'assainissement de l'air en milieu urbain ;
- aider au contrôle et à la réduction des eaux de ruissellement ;
- contribuer à l'amélioration de l'efficacité énergétique du bâtiment en l'isolant contre le froid en hiver et contre la chaleur en été ;
- prolonger la durée de vie du toit et des murs ;
- offrir des surfaces supplémentaires de loisirs dans le cas de toits-terrasses ;
- offrir un attrait et un embellissement du cadre urbain ;
- mettre en valeur le parc immobilier urbain.

¹ Voir fiche technique en annexe

Après avoir effectué des recherches documentaires et des visites de plusieurs réalisations en Europe et au Québec sur les toits et les murs végétaux, *Vivre en Ville* est à même de démontrer que ces deux techniques de végétalisation des bâtiments s'adaptent facilement au contexte climatique du sud du Québec.

Pour ce projet *Vivre en Ville* travaille en collaboration avec différents partenaires spécialisés en agronomie, en végétalisation de toitures et en efficacité énergétique²,

D'autre part, par le développement des toitures et des murs végétaux *Vivre en Ville* a le souci d'encourager les entreprises et industries locales qui contribuent à la préservation des ressources naturelles et à l'amélioration du cadre de vie en collectivités en innovant et en s'impliquant à la fois dans des techniques, des matériaux et des projets pilote tel que celui-ci.

Enfin, travaillant depuis cinq ans en étroite collaboration avec l'Agence de l'efficacité énergétique du Québec dans le cadre d'un service gratuit destiné aux personnes à faible revenu pour les aider à réduire leur consommation d'énergie, *Vivre en Ville* a su développer à la fois une expertise en efficacité énergétique notamment en ce qui concerne l'enveloppe des bâtiments ainsi qu'une expérience en sensibilisation du grand public.

Les premiers objectifs du projet sont :

- expérimenter l'application d'un toit et de deux murs végétaux sur un même bâtiment dans un contexte climatique nordique ;
- mesurer l'amélioration de l'efficacité énergétique de l'enveloppe du bâtiment
- mesurer la capacité de rétention des eaux de ruissellement ;
- démontrer la faisabilité et les avantages de ces deux techniques de recouvrement végétal dans le marché de l'habitation au Québec et celui de l'entretien et la rénovation des bâtiments institutionnels et publics.

Dans une seconde phase, *Vivre en Ville* souhaite utiliser la visibilité et les résultats de ce projet de démonstration pour :

- sensibiliser la population et élargir le cercle de ses partenaires ;
- souligner à la fois la pertinence et la nécessité de multiplier cette expérience sur les bâtiments résidentiels, commerciaux, industriels, municipaux et institutionnels d'une même région ;
- démontrer les bénéfices collectifs qui ne peuvent être mesurables qu'à une plus large échelle ;

À titre d'exemple, cette même démarche, réalisée avec succès à Saarbruck en Allemagne, a donné suite à un programme municipal puis régional incitant l'intégration de surfaces végétalisées en milieu urbain et ce, via des exonérations fiscales.

L'objectif final du programme de végétalisation est précisément d'assurer le développement de ces deux modes de recouvrement végétal à Québec, au sein d'autres municipalités du Québec et du Canada, et ce, autant auprès des municipalités, des industriels, des commerçants et des particuliers.

² Voir chapitre concernant les partenaires du projet

1.3. La nécessité du projet

Le projet de végétalisation de bâtiment offre une solution à plusieurs problématiques environnementales puisqu'il permet d'assainir l'air urbain, de diminuer les émissions de gaz à effet de serre, de réduire la pollution sonore et d'augmenter les surfaces propices au développement de la biodiversité. Cependant la plus importante concerne la gestion écologique des eaux de ruissellement en milieu urbain.

Gestion écologique des eaux de ruissellement en milieu urbain

Le développement croissant des surfaces bâties ou asphaltées en milieu urbain entraîne une imperméabilisation accrue des sols et ainsi, une absorption réduite des eaux de pluie et de ruissellement. Ainsi, les eaux de pluies lessivent les sols et les chaussées avant d'être collectées dans les réseaux d'égouts municipaux ou drainées vers les cours d'eau en entraînant avec elles un bon nombre de particules, d'hydrocarbures et d'autres contaminants.

Ce phénomène d'imperméabilisation des sols entraîne trois conséquences majeures sur notre environnement :

- ralentissement du renouvellement de la nappe phréatique ;
- augmentation importante des débits de pointe dans les cours d'eau, entraînant une érosion accrue des berges ainsi qu'une dégradation de la qualité de l'eau et des écosystèmes ;
- augmentation des volumes d'eaux usées qui devront être traités avant d'être rejetés dans un milieu récepteur (dans le cas de réseaux d'égouts unitaires).

Au regard des expériences européennes, à l'échelle d'une collectivité, les toitures végétales permettent de réaliser d'importantes économies sur le traitement des eaux. Un toit végétal absorbe en moyenne 75 % des précipitations reçues et relâche graduellement les 25 % autres. Cette rétention réduit les débordements ainsi que les débits de pointe coûteux et ne pouvant souvent pas être traités en totalité dans les stations de traitement des eaux usées.

Ainsi, le recouvrement végétal que ce soit sous la forme de toitures ou de murs végétaux permet la réduction et un meilleur contrôle des eaux de ruissellement en milieu urbain, et favorise la récupération et la réutilisation des eaux de pluies. Enfin, il contribue également à l'amélioration de la qualité de l'eau de surface en milieu urbain.

La source du problème étant l'imperméabilisation croissante des sols en milieu urbain, il apparaît important de sensibiliser les particuliers, les industries et les municipalités aux diverses possibilités de préserver ou de créer des surfaces perméables. Dans ce sens, les toitures végétales, une technique qui a fait ses preuves en Europe et qui tend à se généraliser dans certains pays, ainsi que les murs végétaux, font partie des possibilités à développer et à mettre en œuvre dans nos collectivités.

Amélioration de l'efficacité énergétique des bâtiments et réduction des gaz à effet de serre

La présence ou l'absence de végétation a un impact énorme sur la température ambiante en milieu urbain et la température intérieure des bâtiments. L'augmentation de la végétation aide à ombrager les bâtiments et les villes contre le rayonnement solaire, favorise l'évapotranspiration et diminue la température de l'air. Ainsi, à l'échelle d'un quartier ou d'une rue, des arbres placés aux endroits stratégiques réduiront les coûts énergétiques de 10 % à 20 %. À plus petite échelle, chaque individu peut contribuer à abaisser la température de son quartier.

En conséquence, par la régulation de la température et du taux d'humidité en milieu urbain, les toitures végétales améliorent la qualité de l'enveloppe extérieure des bâtiments, permettent de diminuer les besoins en climatisation au sein des bâtiments et contribuent ainsi à la réduction de la consommation énergétique et des émissions de gaz à effet de serre (GES) dans le chauffage et la climatisation de ces derniers.

Selon une étude d'Environnement Canada, réalisée à Toronto, les toits verts permettent d'économiser de l'énergie, de réduire les émissions de GES et de dioxyde de soufre et de mieux respirer les jours de canicule. En été en milieu urbain, par l'effet appelé « îlot de chaleur urbain », la température augmente de 4°C à 10°C, ce qui nécessite plus d'énergie pour climatiser les bâtiments. En réaménageant une faible proportion (6 %) des toits traditionnels en toits verts, la température ambiante peut baisser de 1°C à 2°C. La même étude précise qu'une réduction de seulement 1°C de l'effet d'îlot thermique entraînerait une baisse de 5 % de la demande en électricité pour la climatisation et la réfrigération. Combinés aux économies directes d'énergie des immeubles, les toits verts peuvent chaque année faire économiser 1 million \$ en coûts d'énergie, abaisser les émissions de GES de 2,18 mégatonnes métriques (par surface de 6,5 km² de toits végétaux) et éliminer de l'atmosphère 30 tonnes métriques de polluants³.

Ce mode d'isolation permettrait également de modifier les normes de chauffage et de climatisation issues du Code de construction du Québec, calculées actuellement à partir de températures extrêmes rencontrées un ou deux jours dans l'année.

Autres avantages des techniques de végétalisation de bâtiments

Les toitures et les murs végétaux offrent également d'autres avantages environnementaux, sociaux et économiques aux collectivités et aux particuliers comparativement aux toits et aux murs conventionnels, ils :

- Contribuent efficacement à l'assainissement de l'air en milieu urbain

En augmentant la production d'oxygène et en diminuant le taux de CO₂ par photosynthèse, les végétaux réduisent la pollution atmosphérique. De plus, ils filtrent une partie des particules volatiles contenues dans l'air ambiant en milieu urbain. Les toits verts retiennent en partie la neige et les poussières balayées par le vent.

- Réduisent les nuisances phoniques

Les couvertures végétales atténuent les bruits venant de la ville ou du trafic aérien en jouant le rôle d'isolant phonique pour le bâtiment. La protection contre le bruit est difficile à quantifier et à évaluer cependant on estime qu'une réduction de 50 décibels peut être perceptible.

- Prolongent la durée de vie du toit et des murs

En servant d'écran contre les UV, les rayons solaires, le froid et le gel, la couche de végétation évite que le toit subisse des variations de températures trop importantes et fréquentes entre le jour, la nuit et les différentes saisons, prolongeant ainsi la durée de vie de la toiture.

Si par ailleurs, le coût d'une toiture végétale est supérieur à celui d'une toiture traditionnelle (de 8 à 20\$ par pied carré). On estime cependant que pour la durée de vie de la toiture, les coûts répartis par année sont moitié moins élevés que pour une toiture conventionnelle.

D'une durée de vie plus longue, les toitures végétales limitent l'utilisation et l'enfouissement de matériaux secs pour la plupart dérivés du pétrole. Par ailleurs, certains concepts de toitures végétales tendent à se composer majoritairement de matériaux écologiques diminuant ainsi leur impact sur l'environnement après utilisation.

Cette même protection peut s'appliquer aux murs lorsque ceux-ci sont protégés par un écran végétal offrant une barrière aux UV et aux rayonnements solaires durant la période de foliation et un brise-vent durant la période froide.

- Offrent des surfaces supplémentaires de loisirs et de détente dans le cas de toits-terrasses ;

La toiture est souvent un espace perdu. Son utilisation permet de limiter l'espace nécessaire au sol pour l'aménagement d'espaces de vie supplémentaires (jardins, terrasses). Dans un contexte de milieu urbain dense, ces espaces de loisirs et de détente sont donc fort appréciés et recherchés.

³ Conseil national de recherche du Canada, 2002

- Augmentent les surfaces végétales propices à la préservation de la biodiversité en milieu urbain ;

Les toits végétaux contribuent à rétablir l'équilibre biologique dans la ville. Ils offrent des îlots naturels et des habitats pour la faune urbaine, permettant ainsi de maintenir la biodiversité dans la ville. Dans le même ordre d'idée, les toitures végétales peuvent faire partie intégrante d'un système de corridors verts afin d'établir un lien naturel entre le milieu urbain et le milieu rural ou forestier. Avec la fragmentation croissante des espaces naturels, plusieurs spécialistes prônent le maintien de la connectivité entre les milieux de façon à favoriser la migration des espèces et à maintenir la biodiversité. À grande échelle, les toits végétaux peuvent remplir cette fonction pour un certain nombre d'espèces.

1.4. La localisation du projet de démonstration

En s'associant avec le Fonds en efficacité énergétique, Vivre en Ville s'est engagé à expérimenter les deux techniques de végétalisation de bâtiment sur un bâtiment institutionnel en fonction et chauffé au gaz.

La première initiative de Vivre en Ville fût de présenter le projet à la Ville de Québec pour connaître les possibilités d'appliquer celui-ci sur un bâtiment municipal. La même approche a été effectuée auprès de l'Office municipal d'habitation de Québec (OMHQ-SOMHAC). Dans les deux cas, un intérêt certain a été manifesté. Entre autres, la direction du service de l'entretien de l'OMHQ a proposé la possibilité de comparer à partir de deux bâtiments locatifs identiques (taille, occupation, orientation, construction), les impacts des deux techniques sur l'un d'eux. La ville de Québec a également proposé d'utiliser les toitures végétales pour améliorer l'isolation de certains de ses bâtiments. Toutefois, les délais de mise en œuvre de ce projet se sont avérés trop longs.

Par la suite, Vivre en Ville et le Centre de l'Environnement ont entrepris l'achat d'un édifice institutionnel appartenant à une Commission scolaire en centre ville afin d'y regrouper des organismes environnementaux et culturels de la région de Québec⁴. Les deux bâtiments acquis serviraient également de lieu de démonstration et d'expérimentation pour des techniques environnementales que ce soit en construction-rénovation, transport, gestion de service et administration. L'édifice étant chauffé au gaz naturel, le projet de Vivre en Ville devenait une composante importante des travaux de rénovation de l'édifice désormais appelé «la Maison de la Culture et de l'Environnement Salaberry».

*Description des deux bâtiments*⁵

La Maison de la Culture et de l'Environnement Salaberry, située aux 850 et 870, avenue Salaberry, est composée de deux bâtiments contiguës disposés en L et reliés ensemble au niveau du sous-sol et du rez-de-chaussée.

Le premier bâtiment (850) date du début du siècle dernier et aurait été rénové et agrandi vers 1935. Ce bâtiment compte trois niveaux de plancher d'environ 13 mètres par 18 mètres totalisant 700 mètres carrés. Les locaux servent essentiellement de salle de cours et de bureaux. La structure du bâtiment présente une ossature de bois recouverte de brique à l'extérieur et de plâtre à l'intérieur. Les éléments de support des différents niveaux et du toit sont constitués de murs porteurs en bois sur lesquels sont appuyées les solives de bois. En ce qui concerne le toit, la structure de solives est recouverte d'un bâtit en bois formant les pentes du toit.



Figure 1 : Bâtiment du 850, Salaberry

⁴ Voir document de présentation du Centre de l'Environnement en annexe

⁵ Voir plan en annexe



Le deuxième bâtiment (870), construit vers 1934-35, qui était à l'origine une école est maintenant un édifice commercial et à bureaux. Ses dimensions sont beaucoup plus grandes que celles du 850 soit environ 30 mètres par 17 mètres comportant quatre niveaux de planchers. Il s'agit d'un bâtiment à ossature en béton composée de dalles unidirectionnelles supportées par un système de poutres et de colonnes en béton. Le revêtement extérieur est composé de brique tandis que les cloisons intérieures sont en bois recouvertes de plâtre. La dalle supportant le toit est recouverte d'un bâtit en bois formant les pentes du toit.

Figure 2 : Bâtiment du 870, Salaberry

L'ensemble des deux édifices présente donc des murs de masse composés de différentes épaisseurs de briques appelées terracota sur les plans d'origine et les deux toitures ont d'un entretoit ventilé.

2. Le suivi administratif du projet

2.1. L'administration

La supervision du projet est assurée par le directeur général de Vivre en Ville, M. Jérôme Vaillancourt, en tant que responsable de l'organisme, diplômé en urbanisme.

La coordonnatrice du projet, Mme Véronique Jampierre, travaille depuis cinq ans en environnement et depuis quatre ans comme chargée de projets en environnement et aménagement du territoire. Elle étudie les techniques de végétalisation de bâtiment depuis quatre ans et a visité plusieurs projets de toitures et de murs végétaux en France, en Allemagne, au Danemark et en Suède. Les conditions au développement des toitures et des murs végétaux au Québec fût l'objet de son essai de maîtrise en gestion de l'environnement à l'Université de Sherbrooke (décembre 2003).

Le comité aviseur et technique est composé de professionnels (architecte, agronome, aménagiste, horticulteur et spécialiste en efficacité énergétique) participant aux recherches sur les différentes techniques de végétalisation et plus particulièrement à l'élaboration de nouveaux concepts de murs végétaux. Le comité technique qui a été réuni deux fois est consulté de façon informelle et ponctuellement.

Parmi ses membres, le comité technique compte :

- Mme Marie-Anne Boivin, spécialiste des toitures végétales ;
- M. Gilles d'Amour, architecte à l'Agence de l'efficacité énergétique du Québec ;
- M. Jean-Pierre Finet, gestionnaire du Fonds en efficacité énergétique du Québec ;
- M. Stéphan Gilbert, architecte chez Émile Gilbert, Brière + architectes.
- M. André Potvin, professeur en architecture bioclimatique à l'Université Laval ;
- M. Gabriel Thibault, directeur des ventes des Composts du Québec ;
- Et M. Jérôme Vaillancourt, aménagiste de formation et directeur général de Vivre en Ville.

Concernant l'élaboration de plusieurs concepts de murs végétaux, Vivre en Ville a également bénéficié de la précieuse collaboration des élèves de maîtrise en architecture de Mme Claude Demers, M. Jean-Gabriel Migneron et M. André Potvin de la Faculté d'aménagement, d'architecture et des arts visuels de l'Université Laval.

Enfin, concernant les décisions administratives d'importance les administrateurs de Vivre en Ville ont été consultés et écoutés comme il se doit.

2.2. Les partenaires et leurs contributions

Vivre en Ville compte parmi les partenaires du projet :

L'**Agence de l'efficacité énergétique du Québec** a pour mission, dans une perspective de développement durable, d'assurer la promotion de l'efficacité énergétique pour toutes les sources d'énergie, dans tous les secteurs d'activité, au bénéfice de l'ensemble des régions du Québec.

En tant que partenaire du projet de Vivre en Ville, l'Agence prête les services d'un architecte spécialisé dans les mesures d'efficacité énergétique. Monsieur Gilles d'Amour, aujourd'hui à la retraite, a participé à l'élaboration des différents murs végétaux en collaboration avec l'École d'architecture de l'Université Laval. <http://www.aee.gouv.qc.ca/section1/mission.htm>

Le **Centre de l'Environnement** est un organisme à but non lucratif créé conjointement par Vivre en Ville et Conseil régional de l'environnement de la région de la Capitale nationale. Légalement constitué en octobre 2002, le Centre de l'Environnement a pour mission de contribuer à l'atteinte du développement durable par la démonstration, l'expérimentation et l'exposition de pratiques novatrices en matière d'environnement, de ressources naturelles et de gestion écologique des bâtiments. Pour ce faire, le Centre de l'Environnement a fait l'acquisition des édifices situés aux 850 et 870, avenue Salaberry à Québec. Les deux bâtiments forment le Centre Frédéric Back où sont regroupés des organismes culturels et environnementaux et où sont démontrés et expérimentés plusieurs techniques et équipements liés à la gestion écologique des bâtiments.

Dans le cadre de sa mission, le Centre de l'Environnement favorise la tenue de formations, d'activités pédagogiques, de conférences et de soirées d'information sur différents thèmes en lien avec le développement durable. Le Centre de l'Environnement assiste également la population et les intervenants du milieu notamment en constituant un carrefour d'expertise qui permet des changements de comportement et l'application de nouvelles pratiques.

En tant que partenaire du projet, le Centre de l'Environnement finance une partie des coûts associés à la rénovation des deux toitures concernant les travaux d'étanchéité. Par ailleurs, le Centre de l'Environnement collabore et complète les travaux associés à la récupération et l'utilisation des rejets d'eaux pluviales du toit végétal du 870, Salaberry. <http://www.centreenvironnement.org>

Le **Fonds en efficacité énergétique du Québec** a pour mission la réalisation de projets d'efficacité énergétique s'adressant aux utilisateurs du gaz naturel ou en voie de s'y convertir. Ces projets sont destinés aux marchés résidentiel (environ 50 %), commercial, institutionnel et industriel (CII). Le Fonds appuie prioritairement des programmes novateurs ou destinés à une clientèle résidentielle à faible revenu. Le comité de gestion du Fonds, composé de huit représentants issus des groupes socioéconomiques et environnementaux ainsi que de Gaz Métropolitain, a pour mandat de développer un Plan d'action annuel.

En s'associant à Vivre en Ville, le Fonds cherche à innover en matière d'efficacité énergétique sur l'enveloppe extérieure des bâtiments résidentiels et institutionnels. Les avantages des toitures végétales sont mal connus au Québec mais, somme toute, étudiés dans d'autres projets à Toronto et Ottawa (voir Conseil National de Recherches Canada, projet d'analyse thermique mené par Karen Liu). Aussi, Vivre en Ville s'est proposé de comparer ces analyses écoénergétiques dans un contexte climatique nordique. En contrepartie, le Fonds en efficacité énergétique a mis en place un programme de subvention encourageant l'installation de toitures végétales (remboursement d'1 \$/pc de surface végétalisée) et participe vivement à la promotion des différentes techniques de végétalisation de bâtiment notamment en investissant du temps dans le renforcement d'un réseau des professionnels associés aux toitures végétales. http://www.fondsee.qc.ca/projets_pilotes_toits.htm

Le **Fonds d'habilitation municipal vert** de la Fédération canadienne des municipalités. Le Fonds d'habilitation municipal vert (FHMV) est un fonds de 25 millions de dollars qui seront versés au cours des années 2000 à 2005 pour subventionner des études de faisabilité. Le FHMV espère appuyer jusqu'à 150 études par an afin d'évaluer la faisabilité technique, environnementale et économique de projets

municipaux innovateurs. Les subventions peuvent couvrir jusqu'à 50 p. 100 des coûts admissibles mais ne peuvent excéder 100 000 dollars par projet.

La participation du Fonds d'habilitation municipal vert offre un soutien financier et promotionnel au projet. <http://www.fcm.ca/pcp/GMEFcrit-f.html>

Au sein de la **Ville de Québec**, voici la liste des personnes et des services appuyant et participant à la réalisation du projet :

Le conseil exécutif, qui a voté l'intégration du financement de toits et de murs végétaux dans son Plan triennal d'immobilisation 2003-2005 ;

- Deux conseillers municipaux membres et associés au Conseil exécutif, madame Ann Bourget et monsieur Normand Chatigny, responsables respectivement de l'Environnement et des Infrastructures, équipements et approvisionnements ;
- Les responsables des services de l'Environnement et de la Gestion des immeubles, messieurs Michel Lagacé, et Marcel Roy.

L'aspect innovateur des murs végétaux et les différents avantages des toitures végétales ont convaincu le conseil exécutif de la Ville de Québec de réserver 30 000 \$ dans son plan triennal d'immobilisations 2003-2005 et ce, afin de confirmer son appui et son intérêt dans la démonstration des impacts des techniques de végétalisation de bâtiment. La Ville devait prêter également les services d'un ingénieur en vue de vérifier les structures du bâtiment; toutefois, le bâtiment d'expérimentation n'appartenant pas à la Ville de Québec, les services municipaux n'ont pas pu intervenir directement et gracieusement au projet.

En regard des résultats obtenus par le projet de Vivre en Ville, les services municipaux de l'Environnement et de Gestion des immeubles souhaitent intégrer et utiliser plus fréquemment ces deux techniques pour répondre à leurs besoins tout en alliant économie, écologie urbaine et esthétisme. http://www.ville.quebec.qc.ca/fr/organisation/services_municipaux.shtml

La **Société canadienne d'hypothèques et de logement (SCHL)** est au cœur du marché de l'habitation et des techniques de construction. Toutes ses activités visent à aider les Canadiens et les Canadiennes à vivre dans un logement sûr à tout point de vue. À titre d'organisme national responsable du logement, la SCHL joue un rôle important dans le secteur canadien de l'habitation.

Vivre en Ville avait une première fois approché la SCHL pour financer le projet de recherche sur les avantages économiques, écologiques et sociaux des techniques de végétalisation. Après, du comité de sélection du Programme de subventions de recherche, le projet a été jugé pertinent et méritoire toutefois, il ne pouvait être financé court terme. Par la suite, madame Sandra Marshall du Groupe de recherche sur l'habitation de la SCHL à Ottawa a effectué un suivi du projet et manifesté l'intérêt de son service à soutenir financièrement le projet à hauteur de 15 000 \$ et ce, pour son aspect novateur et expérimental.

Par ailleurs, Vivre en Ville a été sollicité par la SCHL pour participer à un appel de proposition concernant la rédaction d'un «manuel de référence pratique sur l'infrastructure des toits verts à l'intention des décideurs municipaux». <http://www.cmhc-schl.gc.ca/fr/index.cfm>

et possiblement les Chantiers Jeunesse du Québec :

Chantiers jeunesse est un organisme sans but lucratif fondé en 1980 qui vise à favoriser le développement de jeunes citoyens actifs et engagés, en plus d'appuyer le développement d'une communauté et du plein potentiel des personnes. Pour ce faire, Chantiers jeunesse offre des lieux d'apprentissages et de formation en collaboration avec des partenaires d'ici et d'ailleurs, et ce dans un esprit de solidarité et de respect des différences.

Les projets offerts sont destinés aux jeunes québécois de 16-17 ans et de 18 à 30 ans provenant de différents horizons qui vivent ensemble pendant un temps déterminé afin de travailler bénévolement pour améliorer le cadre de vie d'une collectivité locale.

Dans le cadre du projet de Vivre en Ville, les intervenants de Chantiers Jeunesse participeraient à la réalisation et l'installation d'une centaine d'équerres en plastique recyclé destinée à former les corniches végétales couronnant les deux bâtiments. <http://www.cj.qc.ca/quisn-fram.html>

2.3. Les contractants et les manufacturiers associés

Hormis les étapes réalisées par Vivre en Ville et les contractants déjà associés aux différents projets de démonstration du Centre de l'Environnement, les travaux inhérents à l'installation du mur végétal, des deux toitures végétales et du système de récupération des eaux pluviales ont été effectués par des professionnels (plomberie, couverture, végétalisation de toit et installation de barils) sélectionnés systématiquement à partir de trois soumissions concurrentes.

Chaque demande de soumission a été établie à partir de plans et d'exigences vérifiées et confirmées par les architectes *Brière, Émile Gilbert + Architectes*. Les mêmes architectes ont participé à la sélection des soumissions acceptées.

La liste suivante présente l'ensemble des contractants et des manufacturiers qui ont, ou auront d'ici septembre 2005, un mandat professionnel dans le projet de Vivre en Ville :

Concernant la conception et la réalisation du mur végétal :

- *L'atelier Œil de poisson* du centre Méduse, coopérative de producteurs et de diffuseurs artistiques, culturels et communautaires : ces ateliers offrent soit l'accès à des équipements perfectionnés au coût d'un abonnement modique soit l'accès à des services de conseil, de réalisation technique et manuelle à des tarifs modiques également. www.meduse.org/oeildepoisson/expos/artistes_atelier.html

Encouragent le travail communautaire, Vivre en Ville a pu par la même occasion bénéficier des services personnalisés et rapides pour la fabrication des pièces métalliques d'ancrage et de soutien de la structure du mur végétal.

- *Les Composts du Québec* œuvre dans le domaine du compostage depuis 1979 et s'implique activement dans la recherche et le développement de solutions environnementales pour la gestion des matières résiduelles. Elle est devenue aujourd'hui l'une des plus grandes entreprises canadiennes spécialisées dans le traitement par compostage de matières résiduelles organiques d'origine municipale (herbe et feuilles), industrielle (biosolides papetiers et agroalimentaires) et agricole (fumiers). www.composts.com/fr/frameset.html

Les Composts du Québec ont conseillé et fourni deux mélanges différents de substrat pour la fosse jouxtant le mur végétalisé. Un premier mélange de terre de remplissage peu coûteux pour le fond de la fosse et un mélange léger et très riche en azote en vue d'assurer la croissance rapide des végétaux implantés.

- *Québec Multiplants*, entreprise spécialisée dans la production et la vente d'arbres, d'arbustes, de conifères, de rosiers et de vivaces. Une des plus importantes pépinière au Québec avec plus de 50 hectares en production. Récipiendaire de plusieurs prix d'excellence dans le domaine de l'horticulture, Québec Multiplants offre une grande variété de végétaux adaptés aux conditions climatiques du Québec. www.quebecmultiplants.com

L'entreprise en horticulture a participé à la sélection des végétaux les mieux adaptés aux objectifs et contraintes associés au mur végétal. Trois types de végétaux ont été fournis par l'entreprise soit des vignes vierges (*Parthenocissus Quinquefolia Engelmannii*), des hydrangés (*Hydrangea petiolaris*) et de la Bignone (*Campsis radicans*).

Concernant la conception et la réalisation des toitures végétales :

- *MAGJC Inc.* société créée conjointement par madame Marie-Anne Boivin, agronome et conceptrice de toitures végétales, monsieur Gabriel Thibault, spécialiste en composts et monsieur Jean Blouin, paysagiste. *MAGJC Inc.* propose l'installation de toitures végétales intégrant un système d'irrigation par matelas capillaire. Le concept de *MAGJC Inc.* associe la légèreté du système d'irrigation d'un matelas capillaire (Aquamat) avec la légèreté d'un substrat de culture essentiellement composé de compost.

En étant ultra léger, 15 lbs/pc au lieu de 40 lbs/pc, le système de végétalisation de toit conçu par *MAGJC Inc.* a permis au projet de Vivre en Ville de se réaliser en minimisant les coûts de renforcement des structures des deux bâtiments. Ce système couvre la totalité des deux toitures

- Consultants FBG, entreprise multidisciplinaire offrant des services d'ingénierie au niveau civil, mécanique, électrique ainsi qu'en environnement. www.fbg.ca/entreprise.html ;
- *Brière, Émile Gilbert + associés*, cabinet d'architectes ;
- Toitures 4 saisons, entreprise spécialisée dans les travaux de toitures d'édifices commerciaux, institutionnels, industriels et résidentiels, intégrant les procédés les plus reconnus et s'impliquant dans les organismes liés à l'industrie tels que l'A.M.C.Q. et l'A.C.E.C. www.toitures4s.com/index-2.html ;
- *Plomberie Letarte*, entreprise de plomberie chargée de raccorder un point d'alimentation en eau sur chaque toit ;
- *Contrôle technique de couvertures - CTC* oeuvre dans le domaine de la surveillance des travaux de toitures, la réalisation d'expertises et la consultation technique auprès des concepteurs de systèmes d'étanchéité de toitures. *CTC* est accréditée par l'Association des Maîtres Couvreur du Québec et est également membre de l'Association canadienne des laboratoires d'essais. www.groupetechnisol.com .

CTC a inspecté l'exécution des travaux d'imperméabilisation des deux toitures et réalisé une inspection finale après l'installation des systèmes de végétalisation;

- Entreprise *Consep Inc.* spécialisée dans la conception de séparateurs d'huile et eau et fournisseur de contenants et barils. *Consep Inc.* Fournit au projet l'ensemble des barils qui serviront à la réception et la mesure des eaux pluviales rejetées par le toit végétal du 870, Salaberry.
- *Les ateliers Plasti.ca* conçoivent et fabriquent sur mesure une grande de produits à partir de matériaux plastiques www.plasti.ca . Par la qualité de leur service et l'envie d'innover, *Plasti.ca* participe au projet en adaptant le concept initial des corniches végétales de Vivre en Ville à un procédé de fabrication d'une centaine d'équerres à la fois rentable, écologique et durable. Les équerres réalisées en plastique recyclé seront produites d'ici mai 2005.

3. Le suivi financier du projet

3.1. Les budgets et les échéanciers comparés

Le tableau suivant présente une comparaison des prévisions budgétaires et de l'échéancier de travail évalués au mois de mars 2002 et à ce jour.

<u>Activités</u>	Échéancier prévu	Coûts prévus en début de projet	Échéancier réel	Coûts réels ou prévus à court terme
Supervision	De juin 2002 à avril 2004	2 520 \$	De juin 2002 à septembre 2005	2 170 \$
Coordination	De juin 2002 à avril 2004	14 875 \$	De juin 2002 à septembre 2005	32 117 \$
Comité technique	De juin 2002 à avril 2004	1 400 \$	De juin 2002 à avril 2004	1 400 \$
Représentant de l'Agence de l'efficacité énergétique du Québec	Avril 2003	3 675 \$	Avril et mai 2003	2 000 \$
Représentant de la Ville de Québec	Avril 2003	1 000 \$	Juin 2003	0 \$
Conception des murs végétaux	Mars 2003	17 228 \$	Février à mars 2003	17 228 \$
Vérification des structures portantes	Mars 2003	3 000 \$	Juin à octobre 2003 et mai 2004	4 420 \$
Végétalisation d'un mur végétal	Septembre 2003	30 000 \$	Juin 2004	31 460 \$
Végétalisation des deux toits	Mai 2003	115 000 \$	Septembre 2004 et mai 2005	167 830 \$
Installation d'une rambarde de sécurité sur le toit principal (870, Salaberry)	Mars 2003	10 000 \$	Remplacer par l'installation d'une corniche végétale sur les deux toits en mai 2005	16 703 \$
Prolongement de l'escalier de secours du bâtiment principal (870, Salaberry)	Mars 2003	10 000 \$		
Installation monitoring énergie	Mai 2003	840 \$	Juillet 2003	175 \$
Installation monitoring eau de pluie	Septembre 2003	865 \$	Novembre 2004	800 \$
Réalisation et installation de panneaux de sensibilisation	Avril 2003	5 000 \$	Juin 2005	5 000 \$
Frais d'administration	4,3 % du projet	10 000 \$	5 % du projet	14 150 \$
Total		225 050 \$		295 453 \$

Depuis juin 2002, le projet de Vivre en Ville a été grandement modifié pour atteindre les objectifs souhaités. Au plan financier, ces changements ont entraîné une augmentation du budget total équivalente

à 70 403 \$. Cette augmentation correspond au temps et aux travaux supplémentaires qui ont été nécessaires pour palier aux principaux imprévus techniques et financiers du projet.

Imprévus techniques

Conséquemment aux travaux qui se sont ajoutés au projet initial Vivre en Ville compte 51 748 \$ de coûts supplémentaires.

Faible capacité de portée des structures

Les plans d'origine des deux bâtiments n'indiquaient pas assez précisément la composition et la résistance des structures existantes, aussi, Vivre en Ville a fait appel à un ingénieur en structures pour évaluer la capacité de portée des deux édifices.

Après un premier examen d'expertise structurale, le rapport des ingénieurs confirmait que la faible capacité de portée des structures des deux bâtiments ne permettait ni l'installation de toitures végétales même de faible poids ni la possibilité d'offrir un accès aux toits pour les visiteurs et les occupants :

« Les éléments limitant la capacité structurale du toit du 850 sont les solives de toit portant le bâtif. Ces éléments limitent la capacité du toit à 3.8 kPa si on enlève la charge morte déjà en place (environ 1.5 kPa) et la charge de neige à supporter (2.9 kPa), il ne reste aucune capacité de réserve par l'ajout d'autres charges comme un toit jardin » ;

« Les éléments limitant la capacité structurale du toit du 870 sont les poutres de béton portant le toit. L'armature de flexion que nous avons pu détecter dans les poutres est insuffisante pour reprendre la totalité des charges actuelles tandis que l'armature de cisaillement présente une réserve de résistance négligeable (de l'ordre de 2 %) ».

Précisant que ce rapport se limite aux données qui ont «pu être détectées», l'ingénieur a émis la possibilité de trouver plus d'informations sur la disposition des armatures des poutres soutenant la dalle du toit du 870 en utilisant un meilleur équipement permettant un balayage par champ électromagnétique plus en profondeur (> 10 centimètres ou 4 pouces). Ainsi, un second balayage a été réalisé. Par ailleurs, pour être définitivement certains de la capacité de résistance des éléments composant ces poutres, deux poutres ont été en partie dénudées.

Les conclusions sont restées identiques, même si le second balayage a permis de détecter une meilleure capacité de cisaillement dans les poutres du 870, l'ensemble des structures du 850 et du 870 ne peut soutenir une charge supplémentaire que le poids des deux toits en place.

Il est à noter qu'indirectement la faible capacité des deux bâtiments interdit l'accès au toit pour le public, tel que souhaité dans le projet initial. Aussi, le budget alloué pour l'installation des accès au toit et des rambarde de sécurité est investi dans une réalisation du projet, les corniches végétales.

Concept d'une toiture végétale ultra légère

Afin de ne pas remettre en cause le projet de toitures végétales, plusieurs options s'offraient à Vivre en Ville :

- renforcer les solives de l'entretoit d'un des deux bâtiments (minimum 70 000 \$) pour végétaliser la toiture existante ;
- renforcer les solives et les murs porteurs affectés par la surface réduite sur laquelle serait installer une toiture végétale partielle ;
- construire une nouvelle structure de toit indépendante portée par de nouvelles colonnes allant jusqu'au sol de chaque côté des bâtiments ;
- travailler à l'élaboration d'un concept de toiture végétale ultra-légère s'adaptant aux contraintes des deux bâtiments et dont le poids serait équivalent au poids des toitures existantes soit 19 lbs/pc. Les toitures végétales seraient alors installées directement sur la dalle du bâtiment pour

recupérer le poids des composantes des toitures existantes (gravier, couches d'étanchéité et structure en bois de l'entretoit) ;

Après consultation des architectes et de la firme de végétalisation de toit MAGJC Inc. Et après une estimation des coûts associés au démontage des deux entretoits (20 000 \$), Vivre en Ville a choisi d'innover avec l'installation de toitures végétales ultra-légères.

Contrôle technique

En regard de l'ampleur et de la technicité des travaux à réaliser sur les deux toitures, les architectes associés au projet ont encouragé Vivre en Ville à assurer une surveillance continue de chantier professionnelle en vue de limiter le nombre d'imprévus durant les travaux et assurer les bonnes procédures de chantier. Après lecture de trois soumissions, Vivre en Ville a engagé l'entreprise CTC pour surveiller toute l'intervention des maîtres couvreurs et plombiers. Après réalisation, cette intervention a été facturée à 3 121 \$.

Nivellement des dalles de toit

Parmi les imprévus techniques associés à l'installation des toitures végétales, un nivellement des deux dalles de toit par pontage de bois léger a été nécessaire pour permettre la réalisation des travaux d'étanchéité. Une fois les deux entretoits démontés, les dalles de toit ont montré des surfaces trop irrégulières pour y installer selon les normes de qualité exigées les premières membranes d'imperméabilisation appelées «primaire bitumineux».

Par la suite, les deux surfaces présentaient à grande échelle des dénivellations compromettant l'obtention d'une pente régulière essentielle au drainage des eaux pluviales. Les zones de dénivellation ont donc été compensées par un pontage de bois léger.

Ces deux opérations représentent un coût supplémentaire de 10 128 \$.

Conditions de la Commission d'urbanisme

En nécessitant l'enlèvement des corniches des deux toits, le démontage des entretoits modifiait grandement l'esthétique de l'ensemble architectural de la Maison de la Culture et de l'Environnement Salaberry. Situé à proximité des quartiers historiques de l'arrondissement de la Cité de Québec, l'édifice doit correspondre à des critères architecturaux reconnus et acceptés par la Commission d'urbanisme de la Ville de Québec.

Un étudiant de l'École d'architecture de l'Université Laval a été engagé par Vivre en Ville pour élaborer plusieurs pistes de solution permettant de restituer des corniches sur une bordure de toit limité à un parapet de brique.

L'une de ces propositions a été retenue comme satisfaisante et réalisable ; toutefois hormis les coûts associés à son élaboration, le nouveau concept de corniche représente un coût supplémentaire de près de 17 000 \$. Vivre en Ville s'associe à Chantiers-Jeunesse pour organiser l'installation des corniches au cours du printemps 2005 avec la participation de jeunes bénévoles.

Frais de recherche, de coordination et d'administration

Plus long et surtout beaucoup plus élaboré qu'à son commencement, le projet de Vivre en Ville a nécessité la recherche de financement complémentaire de 18 655 \$ concernant les heures de coordination, de recherche et de conception graphique et architecturale associées à l'ensemble des composantes du projet (mur, toitures et corniches).

3.2. Le financement prévu en date du rapport

Contributions financières						Contributions non financières			
FEÉ	FHMV	Ville de Québec	Centre de l'Environnement	SCHL	Environnement Canada	AEÉ	Université Laval	Chantiers-jeunesse	Vivre en Ville
50 000*	77 475*	50 000	35 000*	15 000*	30 000*	5 150*	17 228*	11 400	4 200*
17 %	26 %	17%	12 %	5 %	10 %	2 %	6 %	4 %	1 %
257 475 \$						37 978 \$			
295 453 \$									

* montants et contributions confirmés

Il est à noter que la nature des contributions financières et non financières de chaque partenaire a été détaillée dans le point 2.2 du présent rapport.

Concernant les contributions encore non confirmées, la Ville de Québec a jusqu'à ce jour confirmé et inclus dans son Plan triennal d'immobilisation 2004-2006, un montant de 30 000 \$; Toutefois, pour répondre aux dépenses supplémentaires au projet Vivre en Ville a demandé à la Ville de Québec la possibilité de contribuer davantage au projet et ce, à hauteur de 20 000 \$. Vivre en Ville est, à ce jour, en attente de la confirmation écrite de ce montant.

Concernant la participation bénévole de Chantiers-jeunesse, une entente verbale a été conclue et l'organisme confirme son fort intérêt pour contribuer à l'installation des corniches végétales. Le chantier étant reporté au printemps, la procédure de collaboration sera relancée en février 2005. Toutefois, la décision de contribution dépend également des institutions financières associées au financement des projets de Chantiers-jeunesse.

La répartition des contributions totales du projet est la suivante :

- Contribution municipale et locale : 106 428 \$ (36 %) ;
- Contribution provinciale : 66 550 \$ (23 %) ;
- Contribution fédérale : 122 475 \$ (41 %).

Les contributions financières du projet totalisent 87 % du budget global. Cette forte proportion s'explique par les sommes importantes allouées en grande partie aux honoraires des contractants et des consultants. La lourdeur des travaux et les techniques innovatrices expérimentées dans le projet, n'ont pas permis de réduire sensiblement ces sommes.

Toutefois, dans les limites de son expertise et de ses possibilités techniques et en ressources humaines, Vivre en Ville a réalisé un maximum de tâches dans chacune des étapes techniques du projet pour en limiter les coûts. À titre d'exemple, hormis le travail de coordination, l'équipe de Vivre en Ville a participé activement à l'installation du mur végétal, à la seconde analyse des structures du bâtiment principal et aux différentes étapes d'installation des matériaux et des éléments de végétalisation des toits.

Concernant les contributions non financières soit 13 % du budget global, Vivre en Ville souligne la forte contribution de l'École d'architecture de l'Université Laval sans laquelle, le comité technique du projet aurait effectué davantage de recherches à la fois sur des précédents en techniques de végétalisation et sur les différentes possibilités techniques du concept.

Vivre en Ville souligne également l'importance de la participation de l'Agence de l'efficacité énergétique du Québec dans les phases d'élaboration du mur végétal et surtout dans l'analyse des données thermiques prévue en fin de projet.

4. L'avancement des activités

4.1. Les toitures végétales

Avant d'aborder la partie végétalisation, la majeure partie des travaux concernait les interventions de couverture et de plomberie afin d'imperméabiliser les toitures et installer les équipements indispensables à l'irrigation des végétaux et à la récupération des eaux pluviales.

Travaux de couverture

L'entreprise Toitures 4 saisons, a été sélectionnée parmi trois autres soumissionnaires pour réaliser les travaux d'imperméabilisation et de couverture. Les soumissions ont été évaluées par la coordonnatrice du projet et les architectes Brière, Gilbert et associés au mois de juin 2004. Faute de confirmation de certains financements et en raison de la surabondance de contrats en couverture pendant l'été, les travaux ont été réalisés entre les 5 et 29 octobre 2004.



Figure 3 Démontage des entretoits

Les travaux consistaient à :

- démonter les deux couvertures et les entretoits existants ;
- nettoyer et à apprêter les dalles de toit pour recevoir les différents couches de matériaux d'imperméabilisation ;
- poser les matériaux d'imperméabilisation, de pente et d'isolation ;
- restaurer et imperméabiliser les parapets des deux toits ;
- poser un solin émaillé sur les bordures de toit ;
- relocaliser les deux drains de toit en fonction des nouvelles pentes ;
- remplacer le conduit du drain de toit initialement en fonte par un tuyau de PVC de même dimension et permettant par la suite d'installer le système de dérivation des eaux pluviales vers des barils.

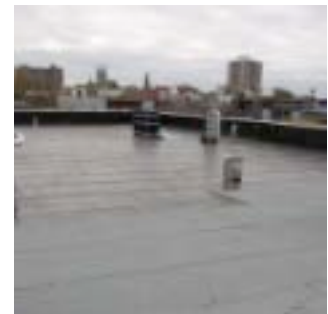


Figure 4 : Imperméabilisation du 870, Salaberry

Les conditions climatiques exceptionnelles pour la saison aidant, l'ensemble des travaux a été réalisé assez rapidement pour permettre de ne pas reporter l'installation du système de végétalisation et la plantation des végétaux.

Travaux de plomberie

L'entreprise Plomberie Letarte, a été sélectionnée parmi quatre autres soumissionnaires pour procéder au raccordement d'une alimentation en eau froide sur chacun des toits. Ces travaux ont été réalisés pendant la période d'intervention des couvreurs afin d'assurer l'étanchéité des espaces de passage des tuyaux à travers les dalles de toit. Les sorties d'eau ont été placées à un coin de chaque toiture à la demande des professionnels en végétalisation et seuls les robinets de chacune d'elles sont exposés à l'extérieur du bâtiment pour éviter les risques de gel dans les canalisations.

Surveillance des travaux

L'ensemble des travaux d'imperméabilisation et de plomberie a été supervisé par la firme de contrôle et d'expertise en couverture CTC du 7 au 28 octobre 2004. Une inspection finale et un rapport technique sont attendus à ce jour. Toutefois, aucune anomalie particulière n'a été relevée pendant la période de réalisation des travaux.

Installation d'un concept innovateur de toiture végétale

À la suite des contraintes techniques rencontrées lors de la préparation des toitures végétales, le projet de Vivre en Ville s'est doté d'une valeur ajoutée en expérimentant de nouveaux concepts au lieu de démontrer la faisabilité de deux concepts déjà connus.

La première intention de Vivre en Ville était de démontrer la faisabilité d'installer facilement et à long terme une toiture de type extensif et une autre de type intensif. La grande toiture extensive étant aménagée avec une faible couche de terre et des végétaux nécessitant peu d'entretien et offrant une grande résistance aux conditions climatiques locales soit le vent, la sécheresse hivernale et estivale, une faible couche de substrat avec peu d'enrichissement de celui-ci à long terme. La petite toiture très accessible visuellement prévoyait d'être aménagée comme un jardin avec des vivaces, des fleurs, un et possiblement une partie potager. L'épaisseur de substrat aurait été plus importante et un système d'arrosage aurait été installé. Avec ces deux installations Vivre en Ville aurait pu à la fois mesurer les avantages environnementaux, économiques et sociaux de ces deux techniques de végétalisation. N'ayant plus la possibilité de développer ces deux types de toitures végétales, Vivre en Ville a saisi l'occasion de se lancer dans un projet d'expérimentation concernant la toiture végétale ultra légère.

Un concept de toiture végétale ultra légère

Après recherches et consultations, Vivre en Ville a choisi le concept Aquamat pour végétaliser les deux bâtiments de la Maison de la Culture et de l'Environnement Salaberry. L'entreprise MAGJC Inc. a proposé de tester un système complet de végétalisation très léger de 15 livres par pied carré⁶ comparé à 45 livres par pied carré pour une toiture végétale mince de type extensif.

Ce concept innovateur se compose de trois parties en partant de la couche d'étanchéité d'un toit conventionnel⁷ :

- Un panneau de drainage en polystyrène de haute densité, épais d'un centimètre, présentant des alvéoles et collé à une membrane géotextile⁸ ;
- Un matelas capillaire comprenant de bas en haut une membrane de polyéthylène étanche, une épaisseur de membrane géotextile, un système d'irrigation intégré et une membrane antiracinaire⁹ ;
- Une couche de substrat léger obtenu par en mélangeant du compost d'écorce et végétal, de la perlite et de la tourbe blonde.¹⁰

Habituellement utilisé avec succès en serre pour maintenir les plants de culture dans un environnement propice à leur développement, le concept de matelas capillaire Aquamat offre la possibilité d'installer quatre matériaux en un, tout en allégeant la composition du toit végétal



Figure 5 : Pose du matelas capillaire

⁶ Poids à capacité maximale en eau

⁷ Voir schéma de la coupe type Sopranature

⁸ Voir fiche technique Sopradrain 10-G

⁹ Voir fiche technique Aquamat Jardin

¹⁰ Voir fiche technique Sopraflor L

et en optimisant la rétention et l'économie d'eau sur le toit. Le matelas capillaire retient jusqu'à 11,6 litres par mètre carré (2,5 gallons par verge carrée) et il favorise une remontée capillaire de l'eau dans la couche de substrat.

Le matériau de drainage et le matelas capillaire sont livrés en rouleaux, leur installation consiste à dérouler les longueurs, les couper aux extrémités et les juxtaposer. Installé directement sur les matériaux d'étanchéité des couvreurs, le matériau de drainage est posé avec la membrane géotextile vers le haut. Dessus, les longueurs de matelas capillaires sont également juste posées côte à côte et une membrane antiracinaire est ajoutée sur les bordures de chacune d'elles pour éviter le passage des racines sous le matelas. Pour les contours de la toiture, chaque matériau est coupé pour former un rebord d'environ 40 centimètres (15 pouces). La membrane antiracinaire est repliée sous le matériau de drainage.

Dans les matelas capillaires, des tuyaux d'irrigation par goutte-à-goutte sont alignés tous les 60 centimètres (environ 2 pieds). Chaque tuyau des matelas est relié à l'alimentation d'eau froide du toit par une ligne d'alimentation transversale. Un bouchon ou un nœud est installé sur l'autre extrémité du tuyau pour terminer les lignes de goutte-à-goutte. Un système de contrôle d'irrigation équipé d'un capteur d'humidité permet durant la saison de foliation de doser l'alimentation en eau dans les tuyaux du matelas capillaire selon les besoins en eau des plantes.

Lorsque le système d'irrigation est complété, il reste à installer la couche de substrat de culture. Le substrat choisi est un mélange très léger de composts et de perlite assez structurant pour assurer dans une faible épaisseur de matières nutritives, le développement de graminés. Ce substrat présente également une grande capacité de rétention d'eau à hauteur de 60 % à 70 % de son volume.

Dans le présent projet, la technique du soufflage a été privilégiée en raison des quatre étages de hauteur du principal bâtiment. Livrés dans la cour de l'édifice, les 115 mètres cubes (150 verges cubes) de substrat ont été répartis sur chacune des toitures à l'aide d'une souffleuse. Une pelleteuse alimentait l'engin qui propulsait le mélange de composts dans un tuyau souple de 15 centimètres de diamètre (6 pouces). Sur le toit, une personne dirige le tuyau pendant qu'une seconde imbibe la terre d'eau et qu'une troisième ratisse pour niveler la couche de substrat.



Figure 6 : Soufflage du substrat

L'étape suivante consiste à implanter les végétaux dans la fosse. La Vigne vierge *Quinquefolia* a été de nouveau choisie pour sa rusticité, son feuillage dense et couvrant et sa croissance rapide. Toutefois, des essais comparatifs se font sur la partie droite de l'escalier de secours avec l'implantation de *Bignone* et d'*Hydrangé* dont les qualités esthétiques pour la première et dense pour la seconde offre des alternatives à la Vigne vierge.



Figure 7 : Ratissage et pose de colle

Par la suite, les installateurs procédaient à l'implantation et l'ensemencement des végétaux. La dernière étape consistait à répandre une colle sous forme de poudre pour s'assurer que le mélange de substrat léger ne parte aux vents pendant l'automne. Le chantier s'est terminé sous une pluie fine qui a permis à la colle de se colmater au substrat tel que souhaité.

Encore une fois, les conditions climatiques bien que froides ont permis l'exécution rapide des travaux de végétalisation des deux toitures et ce, les 30 et 31 octobre 2004.

Implantation des végétaux

Le choix et la disposition des végétaux ont une grande importance dans la qualité d'une toiture végétale. À titre d'exemple, une couverture végétale dense et haute permettra de retenir plus d'humidité et de fraîcheur sur le toit.

L'entreprise MAGJC Inc. et plus particulièrement madame Marie-Anne Boivin, agronome de formation, a procédé à la sélection et à l'ordonnance des végétaux pour les deux toitures. Le choix des plantes s'est fait en fonction des contraintes et des objectifs du projet soit la rusticité des conditions climatiques locales ajoutées à celles d'un toit sans ombrage exposé aux vents dont la couche de substrat varie entre 13 et 30 centimètres (5 à 12 pouces). Par ailleurs, Vivre en Ville a souhaité obtenir un paysage dense, varié en feuillage et en couleur ainsi que, si possible, visible à partir de la cour de la Maison de la Culture et de l'Environnement. Ainsi, les deux toits seront couverts d'une végétation semblable à celle d'un champ fleuri composé essentiellement de graminées et de ciboulettes.



Figure 8 : Arrosage et implantation

En raison de l'avancement de la saison, la plantation s'est en grande partie effectuée par ensemencement. Lorsque la saison ne prévoit plus de redoux, il est peu probable que les graines germent avant l'hiver et les graines non germées ne gèlent pas; aussi, il fût possible de semer dès la fin des travaux d'installation. Le tableau suivant décrit les différents mélanges de semences utilisées. Il est à noter que MAGJC Inc. a ajouté à ces mélanges provenant de chez Indigo Horticulture, des semences de ciboulette et de Violette cornue¹¹.



Figure 9 : Toiture végétale du 850, Salaberry

Par ailleurs, les bordures des toits, des accès et des drains ont été plantés. Madame Boivin a sélectionné des plants vivaces herbacés correspondant aux zones de rusticité 4 b. Toutes les espèces sélectionnées ont été utilisées avec succès sur plusieurs toitures extensives et terrasses semi-intensives au Canada depuis 1994.

Le résultat de ces plantations et de ces semences sera visible à maturité en juin 2005. Par la suite, un entretien de sarclage sera nécessaire le temps que les végétaux occupent l'ensemble de la surface des deux toits. Toutefois, même si le choix des végétaux vivaces et



Figure 10 : Deux exemples de résultat de végétalisation attendu



indigènes est adapté aux conditions climatiques, il est conseillé de semer chaque année un mélange similaire afin de maintenir l'équilibre des espèces. En effet, les toitures végétales conçues pour être peu ou pas entretenue se modifient au fil des saisons et des années. Soit une espèce végétale prend le dessus sur les autres espèces remettant en cause l'éventail des couleurs soit d'autres variétés végétales sont apportées par les oiseaux.

¹¹ Voir fiche descriptive des végétaux sélectionnés pour les deux toits

Élaboration d'un concept de corniche végétale

Pour répondre aux attentes de la Commission d'urbanisme de la Ville de Québec et obtenir l'acceptation de son permis de construction, Vivre en Ville a travaillé à la conception d'une bordure de toit se substituant à l'ancienne corniche des deux bâtiments. Les spécifications de la Commission étaient les suivantes :

- Recréer une ligne d'ombrage haute d'un pied au sommet de chaque façade ;
- Assurer un relief d'un à deux pieds de longueur en bordure de chaque toit.

Le concept accepté par la Commission permet de répondre à ces attentes sans présenter un risque supplémentaire d'alourdir ou de forcer sur le pourtour des toitures. Au lieu de proposer une structure pleine, le concept présente une série d'équerres posées et fixées sur la face interne du pourtour des toits. Par ce procédé, le projet de corniche s'assure d'une plus grande stabilité et d'une sécurité accrue. Les équerres sont composées de deux morceaux de 2" x 4" formant un angle qui est articulé par une charnière afin d'adapter l'angle de l'équerre à celui de son support et de permettre de relever la partie de l'équerre suspendue à l'extérieur du toit. Par groupe de quatre, les équerres servent de support et tendent des câbles en acier. Deux types d'équerres ont été conçus, les équerres pour les quatre côtés des toits et celles pour les angles, plus longues¹².

Les végétaux grimpants et rampants (Vigne vierge dite *Quinquifolia*) déjà implantés sur les bordures de toit habilleront dès la première année l'ensemble des câbles tendus entre chaque équerre pour former les corniches végétales. Les végétaux pourront retomber le long des façades pour offrir un écran solaire naturel. La taille et l'entretien des végétaux seront facilités par la possibilité de relever les corniches à partir du toit. Finalement, la végétalisation des toitures, des corniches et du mur formera une continuité végétale sur le bâtiment du 870, Salaberry.

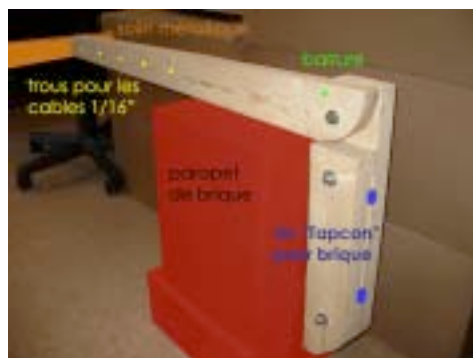


Figure 12 : Modèle d'équerre en bois



Figure 11 : Ébauche du concept de corniche végétale

Les plans de fabrication des corniches végétales sont terminés et l'entreprise qui réalisera les équerres a été sélectionnée à partir de deux soumissions différentes, il s'agit des ateliers Plasti.ca à Québec. Les équerres seront fabriquées à partir de plastique recyclé présentant les avantages de résister aux conditions climatiques sans traitement ni entretien et d'offrir une durée d'utilité plus longue que le bois traité. En plus d'être écologique, plus léger que le métal et moins sensible aux variations thermiques, le plastique recyclé se travaille aussi facilement que le bois.

Les équerres seront fabriquées d'ici avril 2005 et leur installation, planifiée pour mai 2005, sera réalisée par Vivre en Ville avec la forte collaboration des jeunes bénévoles de Chantiers-Jeunesse.

4.2. Le mur végétal

¹² Voir plans des deux modèles d'équerres en annexe

Plusieurs types de murs végétaux

Moins connus encore que les toitures végétales, les murs végétaux s'apparentent plus à des murs recouverts de vigne vierge qu'à des parois alliant structure, esthétique et végétation à des fins précises.

Contrairement aux toitures végétales que l'on peut classer par catégories selon des techniques précises, les murs végétaux correspondent à une plus grande variété de techniques et d'emplois et ce, sans faire appel à une « technique de base » reconnue par des professionnels. D'un concept de mur végétal à l'autre, le seul point commun est de faire pousser un végétal sur un grand plan vertical.

Il est à noter que le terme « mur végétal » peut inclure la notion de techniques de construction faisant appel à des matériaux inertes issus de végétaux « morts » comme les murs en rondins, en bois cordé, en ballots de paille ou les murs de terre utilisant un mélange de terre et de fibres végétales comme des épis de maïs ou de la paille. Toutefois, dans le présent projet, le mur végétal a été choisi pour son caractère « vivant » présentant l'avantage d'évoluer au rythme de croissance et de renouvellement des plantes qui le composent.

Par ailleurs, il existe des murs vivants d'intérieur et d'extérieur ; cependant, les murs extérieurs ont plus directement un impact sur l'enveloppe extérieure des bâtiments et sur le cadre urbain. Ce sont également les murs extérieurs qui représentent un défi d'adaptation climatique au Québec.

Ainsi, après des recherches, Vivre en Ville a réalisé un premier inventaire des concepts de murs végétaux vivants et extérieurs. En notant les avantages et les limites des principaux concepts retenus, le profil parfait du mur végétal a été défini et soumis entre autres, au comité technique du projet afin d'élaborer le concept qui serait réalisé à la Maison de la Culture et de l'Environnement Salaberry.

Élaboration d'un premier concept innovateur

Le projet de mur a été élaboré avant tout à partir de critères éco-énergétiques. En répondant à la demande précise du Fonds en efficacité énergétique qui cherchait à développer de nouvelles mesures de réduction de consommation énergétique s'appliquant à l'enveloppe extérieure des bâtiments. Vivre en Ville a saisi l'occasion de compléter les toits végétaux par deux parois végétales qui seraient installées l'une au nord pour protéger le bâtiment des précipitations et des vents dominants et la seconde au sud contre l'échauffement solaire passif.

Pour répondre aux objectifs du projet, d'autres critères se sont ajoutés à l'élaboration du concept :

- Facilité d'installation ;
- Faible coût ;
- Adaptable à tous types de revêtements muraux et fenestration ;
- Limitant le contact des végétaux avec le bâtiment ;
- Esthétique évolutif selon les saisons ;
- Résistance au gel ;



Figure 13 : Atelier sur les murs végétaux

Après la tenue de plusieurs séances d'atelier avec les étudiants de l'École d'architecture de l'Université Laval en collaboration avec un représentant de l'Agence de l'efficacité énergétique du Québec, dix concepts de murs végétaux ont été élaborés. Vivre en Ville a conçu un projet de mur végétal regroupant une grande majorité des éléments proposés par ces concepts innovateurs et audacieux.



Figure 16 : Mur «Liberté contrôlée»



Figure 14 : Mur «Ballade verte»



Figure 15 : Mur «Fluidité végétale»

Ce concept se caractérisait par une structure métallique auto-portante et habillée par une trame métallique souple et légère supportant le développement à long terme de végétaux ligneux sur une surface verticale de 225 mètres carrés (15 m x 15 m). L'implantation des végétaux était prévue étagée à partir des paliers et demi-paliers de l'escalier de secours inséré dans la structure portante du mur. Chaque palier prolongé par une passerelle métallique supportait des bacs de substrat dans lesquels les végétaux grimpants étaient implantés. Le concept offrait la possibilité d'un double écran végétal.

Modification du premier concept et son installation

L'installation du mur végétal de Vivre en Ville a été réalisée en juillet 2004. Le concept de mur végétal de Vivre en Ville a été étudié pour être peu coûteux, facile d'installation, adaptable à des surfaces et des fenestrations de mur variées tout en apportant des avantages éco-énergétiques au bâtiment et à l'environnement dans lequel il est installé.



Figure 17 :
Ville



Simulations été et hiver du mur Vivre en

À partir de fixations murales en acier, le mur végétal est composé d'une structure métallique grillagée et souple tendue entre deux barres horizontales situées en haut et en bas du mur porteur. Le grillage est ensuite couvert par une végétation vivace et grimpante partant du sol.

Dans le cadre du projet de démonstration, l'installation du mur végétal a nécessité l'aménagement

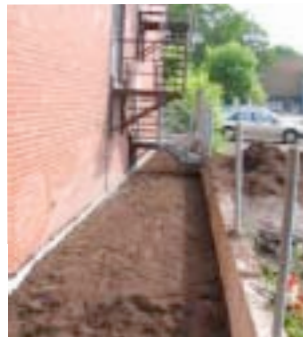


Figure 19 : Remplissage de la fosse



Figure 18 : Mur de pneus, imperméabilisation et drainage de la fosse

d'une fosse remplie de terre et de compost au pied du mur. La fosse existante a été imperméabilisée et aménagée pour assurer un drainage des surplus d'eaux pluviales. Fermée à l'une des ses extrémités par un mur en pneus recyclés, la fosse a été remplie par couches successives de roches concassées à 10 %, de terre de remblayage à 50 % et de compost riche en azote à 40 %.

L'installation de la structure commence par la fixation des ancrages en acier galvanisé dont la forme permet de faire coulisser l'œillet sur lequel sont fixées les barres de soutien des câbles et des grillages. La résistance de l'ensemble des ancrages a été calculée pour résister à quatre fois le poids de la structure métallique couverte de végétaux. Les seize pièces d'ancrage ont été dessinées par Vivre en Ville et fabriquées par l'atelier de soudage et de forge de l'Oeil de poisson à Québec.



Figure 20 : Détails des ancrages

À terre, les grillages sont étendus pour être liés entre eux par les câbles en acier galvanisé. Les extrémités des câbles forment une boucle autour de la barre métallique de soutien disposée à chaque bout des grillages. Les boucles sont fermées par des serre-câbles galvanisés. Sur les barres, dont la longueur correspond à la largeur de la surface à végétaliser, sont glissés les huit permettant la fixation des grillages aux ancrages.

Une fois assemblé l'ensemble des grillages est placé au pied du mur pour être hissé en haut du mur grâce à un élévateur. Le huit des barres est alors fixé aux ancrages par l'intermédiaire d'un mousqueton en métal galvanisé. Par la suite la tension des câbles et leur espacement par rapport au mur se règlent au niveau des ancrages.

Hormis le fait d'offrir un support solide aux végétaux, le mur végétal est conçu pour contrôler la distance entre le grillage et le mur du bâtiment. Par leur design, les fixations murales permettent de plus ou moins écarter le grillage du mur porteur créant un espace plus ou moins grand où, durant l'été, l'air chaud extérieur, rafraîchit et humidifié par l'écran végétal, climatise le bâtiment. Par ailleurs, l'écran végétal limite l'échauffement de la paroi.



Figure 22 : Mur végétal réalisé

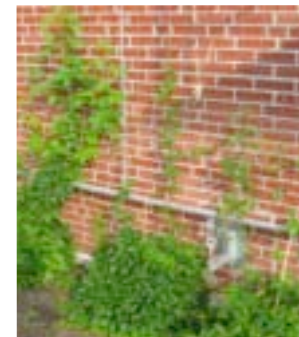


Figure 21 : Détail mur végétal

Pour mesurer les impacts du mur végétal de Vivre en Ville, le projet prévoit une analyse comparative entre les températures externes et internes du bâtiment avant et après l'installation de la paroi végétalisée. Ainsi, Vivre en Ville et ses partenaires seront en mesure de prouver si ce concept simple de mur végétal répond aux exigences techniques d'un contexte climatique de type nordique tout en offrant une alternative au mode de climatisation mécanique dont l'utilisation de plus en plus courante génère une consommation énergétique et une pollution atmosphérique croissantes.

5. Résultats obtenus à ce jour

5.1. Les mesures comparatives de température

Depuis juillet 2003, des mesures quotidiennes prises à heure fixe au 870, avenue Salaberry. Les points de mesure permettent de comparer chaque jour les minima et les maxima intérieurs et extérieurs du bâtiment enregistrés en cinq endroits différents :

- Thermomètre 1 comparaison des températures entre le toit et un local du troisième étage ;
- Thermomètre 2 comparaison des températures entre l'entretoit et le même local du troisième étage ;
- Thermomètre 3 comparaison des températures entre le mur extérieur sud-est et le couloir central du second étage ;
- Thermomètre 4 comparaison des températures entre le mur extérieur nord-est et le couloir central du premier étage ;
- Thermomètre 5 comparaison des températures entre le mur extérieur sud-est et le couloir central du premier étage ;

L'ensemble de ces mesures sont compilées sur informatique et permettront une analyse thermique comparative des impacts du mur et du toit végétaux sur l'ensemble du bâtiment. Des données climatiques (type d'ensoleillement, force des vents, etc.) croisées aux données thermiques extérieures permettront de garantir la fiabilité des comparaisons établies à partir des températures intérieures.

Par ailleurs, une analyse énergétique détaillée du 870, avenue Salaberry réalisée par un groupe d'experts conseils pour le Centre de l'Environnement en octobre 2004 (avant l'installation des deux toitures végétales) permet de connaître de manière plus précise l'état du bâtiment, son équipement électromécanique et la façon dont le bâtiment est utilisé et chauffé.

L'analyse thermique est planifiée au cours des mois de septembre et d'octobre 2005.

5.2. Les mesures comparatives de rejet d'eau de pluie

Une fois les toitures végétales installées, un système de récupération du rejet des eaux de pluie est installé à partir du drain central du 870, Salaberry soit le toit ayant la plus grande superficie végétalisée du projet (440 mètres carrés ou 4 734 pieds carrés).

L'installation du système de récupération permet de mesurer la totalité de la quantité d'eau quotidienne rejetée par le drain du toit. Après des recherches et des demandes de renseignements auprès d'entreprises de plomberie et des ingénieurs associés au projet de Vivre en Ville, le système de mesure hydrique à la fois assez précis, simple et peu coûteux, se résume à installer une dérivation complète du drain vers des barils. La capacité de ces contenants est calculée pour répondre à la plus haute valeur moyenne mensuelle de pluviométrie notée à Québec depuis 1961¹³ (124 litres par mètre carré) rapportée à une échelle quotidienne (4,13 litres par mètre carré) pour une toiture de 440 mètres carrés soit 1 818 litres.

Ainsi, même si le toit végétal retient entre 90 % et 70 % des précipitations, le projet prévoit l'installation de deux barils de 1 000 litres chacun à la sortie du drain de toit. Les deux barils, étalonnés de manière précise et vidés à heure fixe quotidiennement, permettent de mesurer toute quantité d'eau pluviale rejetée du toit.

Les autres barils associés à la dérivation des eaux pluviales servent à la distribution de cette eau aux différents étages du bâtiment en vue de sa réutilisation (arrosage des plantes par exemple).

Par la suite, les données hydriques seront comparées aux données de pluviométrie locale afin de calculer, par volume de précipitation, le pourcentage moyen retenu par les 440 mètres carrés de toiture végétale. Il est à noter que les précipitations de neige seront également prises en compte pour calculer approximativement leur volume stocké sur le toit pendant l'hiver et en partie restitué en eau au printemps.

L'analyse hydrique est planifiée au cours des mois de septembre et d'octobre 2005.

¹³ Source d'information : Météomédia

6. La promotion et les publics associés au projet

6.1. Activités de promotion

Dans le cadre du projet de démonstration, le programme de végétalisation de bâtiment touche et sensibilise directement d'ores et déjà les employés d'une vingtaine d'organismes communautaires dont les bureaux seront situés dans la future Maison de la Culture et de l'Environnement Salaberry visée par le projet ainsi que l'ensemble des partenaires du projet dont les élus et les employés des services de l'Environnement et de l'Entretien des immeubles de la Ville de Québec.

Indirectement, le projet de démonstration sensibilise déjà les membres et les partenaires de Vivre en Ville et, selon certaines ententes, les membres de ces partenaires. Par exemple, la Chambre de commerce de Québec a planifié un déjeuner-conférence en vue d'interpeller leurs membres sur les avantages des techniques de la végétalisation. D'autres conférences et des visites du bâtiment seront organisées dans ce sens. De la même façon, le projet de démonstration sera rendu visible d'un bâtiment à l'autre et par l'installation de panneaux d'interprétation situés dans le hall d'entrée du bâtiment.

À l'instar des futurs panneaux d'interprétation, l'implantation du mur végétal interpelle déjà les visiteurs et les passants et permet, lorsque l'occasion se présente, de les sensibiliser aux avantages associés aux écrans végétaux et à la vocation expérimentale et d'exposition de la Maison de la Culture et de l'Environnement Salaberry.

Concernant les activités de communication en lien avec les médias, le projet prévoit une conférence de presse accompagnant l'inauguration du mur et des deux toitures végétales. Avec l'accord de chacun des partenaires du projet, l'événement aura lieu au mois de juin 2005 lorsque le projet aura été complété concernant l'installation des corniches végétales et le système de récupération des eaux de pluie. De plus, les végétaux auront eu le temps de se développer et ainsi augmenter la visibilité et les caractères esthétique et agréable du projet.

Au mois d'octobre 2005, un communiqué de presse diffusera le résultat de l'analyse des mesures compilées depuis juillet 2003 concernant les comparaisons de températures et de débit des eaux pluviales.

6.2. Public visé par le projet

La finalité du programme de végétalisation de bâtiment étant de promouvoir et d'assurer le développement des techniques de végétalisation auprès des municipalités, des industries et des particuliers, Vivre en Ville intègre la promotion des toitures végétales et des murs végétaux dans une grande partie de ses activités et réalisations. À titre d'exemple, la Trousse d'actions «Vers des collectivités viables» de Vivre en Ville présente plusieurs études de cas sur les toitures végétales et documente les lecteurs sur les moyens d'appliquer et de tirer avantage de cette technique.

Par ailleurs, Vivre en Ville publie des articles, participe à des conférences et répond aux demandes d'informations provenant du Québec et d'Europe.

6.3. Personnes participant à la promotion du projet

Les deux listes suivantes nomment les personnes ayant contribué personnellement à l'avancement et au rayonnement du projet.

Concernant la conception et la réalisation du mur végétal :

- Fabien Gieskes : étudiant à l'Institut National d'Horticulture (INH) à Angers (France) ;
- Frédéric Guay, étudiant à l'Université Laval et assistant de recherche chez Ouranos (Consortium sur les changements climatiques à Montréal (Québec) sur les zones de surchauffe en milieu urbain guay.frederic@ouranos.ca
- Philippe Hamm, DPL Siège de l'AP-Hôpitaux de Paris (France) philippe.hamm@sap.ap-hop-paris.fr Stanislas Kételers, Vivre en Ville (Québec);
- Christopher Holmes, Eco Cite Urban, Ecological Redevelopment à Montréal (Québec) www.ecocite.ca et <http://www.ecocite.ca> et cholmes@ecocite.ca ;
- Michel Labrecque de l'Institut de recherche en biologie végétale et du Jardin botanique de Montréal (Québec) <http://www.ville.montreal.qc.ca/jardin/jardin.htm> et Michel_Labrecque@ville.montreal.qc.ca ;
- Aubin Lefort : élève ingénieur à l'Institut des Techniques de l'Ingénieur en Aménagement Paysager de l'Espace (ITIAPE) à Lille (France) aubinlut@oreka.com
- Jean Luc Le Gouallec et Patrick Blanc à Paris (France) : sur le développement de l'activité «Mur Végétal Patrick Blanc» qui permet la création de jardins verticaux
- Jean-François Mercier, B. Arch, membre de l'Institut royal d'architecture du Canada, jfmercier@pthibault.com chez Pierre Thibault Architecte. Étudiant au baccalauréat en architecture M. Mercier à l'Université Laval, a conçu le mur végétal à la fois interne et externe au bâtiment. Intégrés à un projet d'agrandissement de la bibliothèque Gabrielle Roy à Québec.
- Philippe Papineau, pigiste pour la revue environnementale Aube (n°8) septembre 2003;
- Martin Paquet, coordonnateur de la revue Quatre-Temps associée à l'Institut de recherche en biologie végétale (IRBV) à Montréal (Québec) www.irbv.umontreal.ca/ ;
- Jean Téodorescu, chargé des projets à l'Institut de recherche en biologie végétale (IRBV) à Montréal (Québec) ;

Concernant la conception et la réalisation des toitures végétales :

- Eve Bergeron, coordonnatrice adjointe Éco-quartier du Vieux-Rosemont eg-rosemont@soder.qc.ca ;
- Michel Blais, consultants en formation et en éducation à Longueuil pour la coopérative Valperche ;
- Jean de Brie, propriétaire dans la région parisienne souhaitant installer une toiture végétale ;
- Isabelle Gauthier, architecte spécialisée dans les constructions saines, plus particulièrement les isolations en ballots de paille. à Bromont, isabellegauthier@sympatico.ca ;
- Monsieur Léopold Gbenye, à Genève : intéressé à la construction écologique pour sa maison individuelle en Afrique de l'Ouest (Guinée-Conakry) ;
- Martial Goyon, fonctionnaire dans les Services techniques Patrimoine bâti de la ville de Villenave d'Omon, à proximité de Bordeaux en France ;

- Karine Guérard, Christine Boudreau, Jany Marcoux et Martin Tanguay de l'Université de Sherbrooke, Département de génie civil ;
- Maude Landreville, agente de recherche pour Le Centre d'écologie urbaine www.ecologieurbaine.net ;
- Dany Laroche, diplômé de l'institut d'urbanisme de l'Université de Montréal;
- Aurélie Lavenue, étudiante en maîtrise des Sciences de l'Environnement à Cergy-pontoise en France;
- Steve Roy, sroy@ca.inter.net propriétaire dans le quartier St-Jean-Baptiste à Québec;

Conclusion

Le programme de végétalisation de bâtiments passe désormais à sa seconde phase de réalisation soit la collecte des mesures de rétention d'eau et de températures qui permettront l'analyse des impacts associés à l'implantation d'une toiture et d'un mur végétal sur le bâtiment principal du Centre Frédéric Back au 870, avenue Salaberry à Québec.

Malgré un dépassement dans le budget global et dans l'échéancier de réalisation des éléments de végétalisation, les objectifs de la première phase du projet ont été atteints et même dépassés. En effet, les différents imprévus techniques rencontrés lors de l'installation des toitures et du mur végétal, ont permis d'approfondir les recherches de Vivre en Ville quant aux possibilités d'innover et d'adapter les techniques de végétalisation à des contextes difficiles d'installation. Ainsi, les objectifs de démonstration sont désormais accompagnés d'objectifs d'expérimentation.

En réduisant les contraintes de capacité de portée des structures d'un bâtiment associées à l'installation d'une toiture végétale, le concept expérimenté ici élargit grandement le spectre des bâtiments pouvant recevoir une toiture végétale. Par ailleurs, le faible coût associé au concept de mur végétal élargit également les possibilités de l'appliquer facilement sur les bâtiments de toutes formes et dimensions.

Enfin il est à noter que, parallèlement au projet de Vivre en Ville, le Centre de l'Environnement prévoit la réalisation d'une troisième toiture végétale et d'un second mur végétal dans son projet d'agrandissement du Centre Frédéric Back.

Table des annexes

Annexe 1 : Fiche technique de Vivre en Ville sur les toits et les murs végétaux

Annexe 2 : Document de présentation du Centre de l'Environnement

Annexe 3 : Plan des 850 et 870, avenue Salaberry

Annexe 4 : Schéma de la coupe type Sopranature

Annexe 5 : Fiche technique Sopradrain 10-G

Annexe 6 : Fiche technique Aquamat Jardin

Annexe 7 : Fiche technique Sopraflor L

Annexe 8 : Fiche descriptive des végétaux sélectionnés pour les deux toits

Annexe 9 : Plans des deux modèles d'équerres

Cahier des annexes du rapport d'étape Programme de végétalisation de bâtiment



VIVRE EN VILLE
REGROUPEMENT QUÉBÉCOIS
POUR LE DÉVELOPPEMENT URBAIN
RURAL ET VILLAGEOIS VIABLE

www.vivreenville.org
Novembre 2004

Table des annexes

Annexe 1 : Fiche technique de Vivre en Ville sur les toits et les murs végétaux

Annexe 2 : Document de présentation du Centre de l'Environnement

Annexe 3 : Plan des 850 et 870, avenue Salaberry

Annexe 4 : Schéma de la coupe type Sopranature

Annexe 5 : Fiche technique Sopradrain 10-G

Annexe 6 : Fiche technique Aquamat Jardin

Annexe 7 : Fiche technique Sopraflor L

Annexe 8 : Fiche descriptive des végétaux sélectionnés pour les deux toits

Annexe 9 : Plans des deux modèles d'équerres

Annexe 1

Fiche technique de Vivre en Ville sur les toits et les murs végétaux

Fiche n° 3 Programme de végétalisation de bâtiment de Vivre en Ville

Implanter un toit végétal sur une maison ou une école, à première vue l'idée paraît saugrenue. Pourtant, si l'on regarde en détail les impacts d'un toit ou d'un mur vert sur un simple bâtiment, plusieurs avantages apparaissent évidents et laissent penser que ces deux techniques devraient être mieux connues et peu à peu généralisées au sein de nos collectivités. Dans ce sens, Vivre en Ville travaille à démontrer et promouvoir les multiples avantages de la végétalisation de bâtiment.

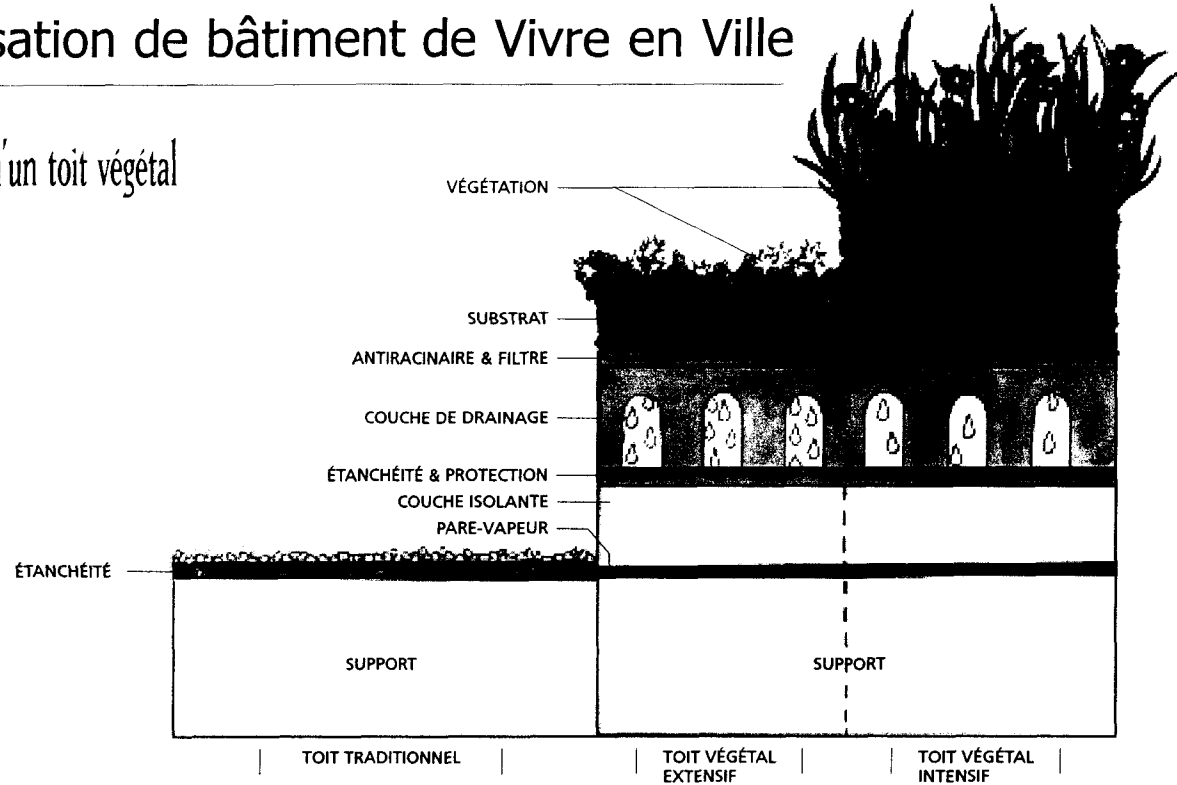


Toit végétal, Malmö (Suède), photo : Vivre en Ville

Qu'entend-on par toits et murs végétaux ?

Une toiture végétale comprend la pose de différentes membranes d'étanchéité et d'isolation permettant d'installer sur la structure du toit une couche de terre, appelée substrat, sur laquelle pousseront des végétaux. Il existe plusieurs types de toitures végétales selon l'épaisseur de terre et le type de végétaux que l'on souhaite y faire pousser. Un toit végétal de type « extensif » est constitué d'une faible épaisseur de substrat suffisante à l'implantation de végétaux très résistants, demandant très peu d'entretien et dont les racines sont superficielles. Les toits de types « semi-intensifs » et « intensifs » demandent un substrat plus épais pour accueillir des plants dont les racines sont plus développées. Que le toit soit plat ou légèrement en pente, une couverture végétale s'installe en quelques jours. Cependant, il est préférable de faire appel à des professionnels pour vérifier la capacité des structures du bâtiment à supporter la nouvelle couverture et aussi, pour installer celle-ci. Le concept des toits verts n'est pas nouveau. Les pays scandinaves emploient depuis des siècles la végétation comme isolant thermique. Cependant, la construction et le succès d'un toit végétal dépendent du respect des conditions et

Coupe d'un toit végétal



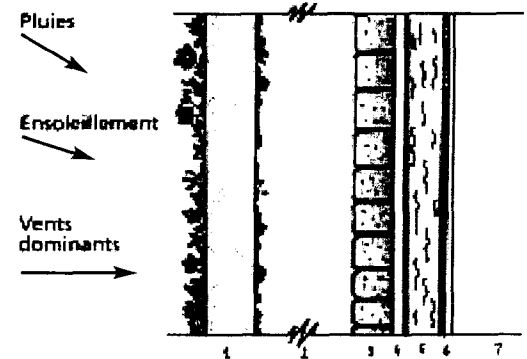
des besoins particuliers engendrés par un site spécifique. Le vent, la température ambiante, le régime hydrique local et l'exposition au soleil varient considérablement d'un endroit à un autre et vont influencer le type d'aménagement à privilégier et le succès de celui-ci.

Concernant les murs végétaux, le concept est plus novateur puisqu'il se veut différent des murs sur lesquels grimpent des vignes vierges ou du lierre. Le mur végétal est une paroi qui s'élève parallèlement aux murs du bâtiment à protéger. Selon son orientation et sa composition, le mur vert servira à la fois d'écran contre les vents dominants, les intempéries, le bruit et l'ensoleillement. Ce nouveau concept, visant à adapter tous les avantages des toitures végétales à un plan vertical, est en cours d'élaboration dans le cadre du projet de Vivre en Ville.

Coûts

Il est certain que l'aménagement d'une toiture végétale est souvent plus dispendieux que celui d'une toiture conventionnelle. Les coûts varient cependant énormément en fonction du type de toiture et d'aménagement choisi. L'échelle de prix pour l'aménagement d'une toiture conventionnelle se situe entre 1,50\$ et 10,00\$ du pied carré, selon les types de matériaux choisis. Pour une toiture végétale, aménagée par un professionnel, on évalue plutôt le coût entre

Coupe d'un mur végétal



- 1 mur végétal
- 2 espace de ventilation
- 3 mur du bâtiment
- 4 couche d'air isolant
- 5 paroi interne avec laine minérale et coupe vapeur
- 6 couche de finition du mur interne
- 7 air intérieur

8,00\$ et 20,00\$ du pied carré. Cependant, une analyse des coûts effectuée par Katrin Scholz-Barth, du HOK Planning Group à Washington, présente les faits sous un aspect différent. Une toiture végétale extensive, aménagée soi-même mais selon des règles précises, peut coûter seulement un tiers de plus qu'une même toiture sans végétation, ce qui est nettement moins que les différences de coûts mentionnées plus haut.

Il est à noter, toutefois, que la protection du toit offerte par la couverture végétale permet de doubler la durée de vie de la toiture, ainsi, les coûts répartis par année sont moitié moins élevés que pour une toiture traditionnelle.

Entretien

En ce qui concerne les coûts reliés à l'entretien, ils varient en fonction des objectifs visés par l'aménagement de la toiture végétale. Idéalement, l'aménagement sera conçu de façon à requérir un faible entretien, sauf peut-être l'arrosage par temps sec ou l'enlèvement des mauvaises herbes de temps à autre.

Les avantages économiques

Contribuer à l'amélioration de l'efficacité énergétique du bâtiment

Les toitures végétales permettent d'améliorer l'isolation des bâtiments contre le froid en hiver et surtout la chaleur en été. Une baisse de 3 à 7 degrés de l'air intérieur d'un bâtiment amène des économies de 10% en climatisation. Pour un bâtiment à un étage, on peut espérer des économies de 20 à 30% en climatisation.

Prolonger la durée de vie des toitures

En servant d'écran contre les UV et les rayons solaires, la couche de végétation évite que le toit subisse des variations de température trop importantes et fréquentes; entre le jour et la nuit et entre les différentes saisons.

Le coût d'une toiture végétale est plus dispendieux que celui d'une toiture traditionnelle (de 8 à 20 \$ par pied carré) lors de son installation. Cependant, à long terme, cette technique s'avère un investissement très rentable.

Aider au contrôle et à la réduction des eaux de ruissellement
À l'échelle d'une collectivité, les toitures végétales permettent de réaliser d'importantes économies sur le traitement des eaux.

Un toit végétal absorbe en moyenne 75% des précipitations reçues et relâche graduellement les 25% restantes. Cette rétention réduit les débordements et les débits de pointe ne pouvant être traités en totalité dans les stations de traitement des eaux.

Mettre en valeur le parc immobilier urbain

Contribuant à la durée de vie, à l'embellissement et au confort du cadre urbain, les toitures végétales donnent une valeur ajoutée aux bâtiments et à la ville.

Les avantages sociaux et environnementaux

Contribuer efficacement à l'assainissement de l'air en milieu urbain

En augmentant la production d'oxygène et la diminution du taux de CO₂ par photosynthèse, les végétaux réduisent la pollution atmosphérique.

De plus, ils filtrent une partie des particules volatiles contenues dans l'air ambiant en milieu urbain. Les toits verts retiennent en partie les poussières et la neige balayées par le vent.

Réduire les nuisances phoniques

Les couvertures végétales atténuent les bruits venant de la ville ou du trafic aérien en jouant le rôle d'isolant phonique. La protection contre le bruit est difficile à quantifier et à évaluer cependant on estime qu'une réduction de 50 décibels est possible.

Offrir des surfaces supplémentaires

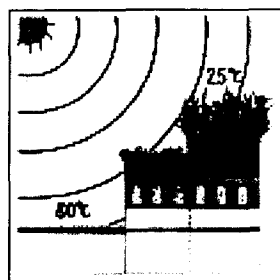
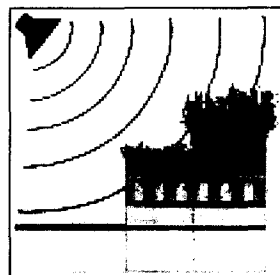
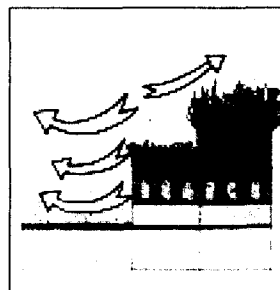
La toiture est souvent un espace perdu. Son utilisation permet de limiter l'espace nécessaire au sol pour l'aménagement d'espaces de vie supplémentaires (jardins, toits-terrasses).

Enfin, en été, les végétaux humidifient l'air ambiant urbain et captent la chaleur des rayons solaires réduisant ainsi, l'effet de l'îlot de chaleur urbain.

Objectifs du projet :

Via la réalisation d'un projet-pilote, une toiture et deux murs végétaux sur un même bâtiment dans le centre-ville de Québec, Vivre en Ville souhaite démontrer et mesurer les multiples avantages liés à la végétalisation des bâtiments.

Par la suite, Vivre en Ville souhaite utiliser ces résultats en vue de promouvoir ces deux techniques de végétalisation et assurer leur développement au Québec.



Composition du comité de travail du projet :

Jean-Pierre FINET, gestionnaire du Fonds en efficacité énergétique
Gilles D'AMOUR, architecte, Agence de l'efficacité énergétique du Québec
Jacques GRANTHAM, service de l'environnement de la Ville de Québec
Marie-Anne BOIVIN, consultante en agronomie et végétalisation de toit
Jérôme VAILLANCOURT, directeur général de Vivre en Ville
Véronique JAMPIERRE, chargée de projets à Vivre en Ville

Échéancier de réalisation du projet :

Printemps 2003 : Installation du toit végétal au 870 Salaberry;
Fin été 2003 : installation des deux murs végétaux au 850 Salaberry;

Partenaires du projet :

Fonds en efficacité énergétique, Gaz Métropolitain;
Agence de l'efficacité énergétique du Québec;
Ville de Québec, service environnement et entretien des immeubles;
Forum énergie, Chambre de Commerce de Québec;
Commission scolaire de la Capitale;
Université Laval, École d'architecture.

LES AVANTAGES DES TOITS VERTS

- ◇ Isolation thermique (hiver-été)
- ◇ Rétention des eaux de ruissellement
- ◇ Prolongement de la durée de vie des toits
- ◇ Assainissement de l'air extérieur
- ◇ Réduction de l'effet de l'îlot de chaleur urbain
- ◇ Isolation phonique
- ◇ Offre de surfaces supplémentaires
- ◇ Mise en valeur du parc immobilier
- ◇ Esthétique

Comité de travail sur les toits et les murs végétaux

A/s Véronique JAMPIERRE
Vivre en Ville
1085, avenue de Salaberry, bur.313
Québec (Qc) G1R 1G7
Tél : (418) 522-0011 ext. 224
Télc : (418) 522-7555
@ : vjampierre@vivreenville.org

Annexe 2

Document de présentation du Centre de l'Environnement

Le Centre de l'Environnement

Le Centre de l'Environnement est un organisme à but non lucratif créé conjointement par Vivre en Ville et Conseil régional de l'environnement de la région de la Capitale nationale. Légalement constitué en octobre 2002, le Centre de l'Environnement a pour mission de contribuer à l'atteinte du développement durable par la démonstration, l'expérimentation et l'exposition de pratiques novatrices en matière d'environnement, de ressources naturelles et de gestion écologique des bâtiments.

Dans le cadre de sa mission, le Centre de l'Environnement favorise la tenue de formations, d'activités pédagogiques, de conférences et de soirées d'information sur différents thèmes en lien avec le développement durable¹. Le Centre de l'Environnement assiste également la population et les intervenants du milieu notamment en constituant un carrefour d'expertise qui permet des changements de comportement et l'application de nouvelles pratiques.

Les projets du Centre de l'environnement

La Maison de la culture et de l'environnement de Salaberry

Parmi les projets du Centre de l'Environnement, le principal concerne la mise en œuvre de la Maison de la culture et de l'environnement de Salaberry (nom provisoire) dans laquelle s'inscrit le Projet de démonstration, d'expérimentation et d'exposition.

Depuis juillet 2003, le Centre de l'Environnement procède à la cueillette d'informations et à une étude comparative en vue d'évaluer les bénéfices environnementaux et économiques de mesures éco-énergétiques et écologiques à intégrer dans la gestion d'immeuble. Ces mesures retenues par le Centre seront appliquées dans la gestion de la Maison de la culture et de l'environnement de Salaberry et expliquées via une campagne médiatique et une exposition permanente au sein de l'édifice. Le Centre de l'environnement souhaite rendre ces mesures plus accessibles au niveau de leur fonctionnement et de leur financement et ainsi en démontrer la reproductibilité en milieu urbain.

Les mesures démontrées, expérimentées et exposées par le Centre de l'environnement sont les suivantes² :

- plusieurs systèmes de production d'énergie renouvelable (panneaux solaires thermiques [chauffe-eau solaire] ; panneaux photovoltaïques [producteurs d'énergie] ; éoliennes mécaniques [moteur d'une pompe à eau] ; aérogénérateurs [éoliennes productrices d'énergie]) ;
- des techniques d'isolation et climatisation sans énergie (toits végétaux ; murs végétaux ; mur en ballots de paille) ;
- des mesures en efficacité énergétique au niveau des équipements (fenêtres à haute efficacité énergétique), des électroménagers, du chauffage et de l'éclairage ;

¹ Approche globale de gestion rationnelle et modérée des ressources naturelles, humaines et économiques.

² Pour plus de détails sur ces éléments voir document intitulé « Projet de démonstration, d'expérimentation et d'exposition »

- l'hébergement et la gestion d'un centre de gestion de la demande en transports alternatifs à l'automobile individuelle (rangement à vélos fermé, douches et vestiaires, vélos en libre-service, automobiles partagées sur le lieu d'emploi, programme d'abonnement annuel au Réseau de transports en commun);
- un site de gestion des matières résiduelles (résidus verts, matières putrescibles, matières recyclables [verre, métal, carton et papier]) utilisé à l'échelle du quartier ;
- un système de retenue et de recyclage des eaux de pluies (toitures et murs végétaux, bassin de rétention) ;
- un site de gestion des eaux de ruissellement urbain (bassin collecteur à ciel ouvert).

Outre la démonstration, l'expérimentation et l'exposition de ces mesures, la Maison de la culture et de l'environnement de Salaberry vise à :

- créer une synergie entre différents organismes à vocation environnementale, culturelle et d'économie sociale ;
- développer un pôle d'expertise ;
- offrir une visibilité à ces mêmes organismes ;
- réaliser ou soutenir des activités liées à la mission des organismes regroupés.

Pour plus de détails se référer à la description du projet de la Maison de la culture et de l'environnement de Salaberry.

Autres projets du Centre de l'Environnement

Les quatre autres projets du Centre de l'Environnement concernent l'organisation et la gestion des activités suivantes :

- Une exposition sur « La nature du Québec » en photographies ;
- Une exposition collective sur « L'eau, la qualité de l'air et la gestion des matières résiduelles » ;
- La projection de films et documentaires sur différentes problématiques environnementales ;
- Une contribution à la campagne de sensibilisation sur la marche au ralenti des moteurs.

Coordonnées du Centre de l'Environnement

Téléphone : (418) 522-0005 #234

Télécopie : (418) 524-4112

Courriel : adm@centreenvironnement.org

Adresse Internet : www.centreenvironnement.org

La Maison de la culture et de l'environnement de Salaberry (nom provisoire)

La Maison de la culture et de l'environnement de Salaberry est un projet initié et géré par l'organisme à but non lucratif dénommé le Centre de l'environnement.

Anciennement utilisé comme école, l'édifice de la Maison de la culture et de l'environnement de Salaberry a été construit en 1934. Situé en centre-ville de Québec sur l'avenue Salaberry, l'édifice se compose de deux bâtiments regroupant aujourd'hui des organismes à vocation culturelle et dans un avenir proche, des organismes environnementaux et des entreprises d'économie sociale.

La Maison de la culture et de l'environnement de Salaberry souhaite à la fois :

- participer à la démonstration, l'expérimentation et l'exposition de mesures éco-énergétiques et écologiques à intégrer dans la gestion d'immeuble ;
- créer une synergie entre différents organismes à vocation environnementale, culturelle et d'économie sociale ;
- développer un pôle d'expertise ;
- offrir une visibilité à ces mêmes organismes ;
- réaliser ou soutenir des activités liées à la mission des organismes regroupés.

Démontrer, expérimenter et exposer

La Maison de la culture et de l'environnement de Salaberry se veut principalement un lieu de démonstration, d'expérimentation et d'exposition de mesures éco-énergétiques et écologiques à intégrer dans la gestion d'immeuble.

En optimisant la promotion de chaque organisme et le taux de fréquentation de l'édifice, la Maison de la culture et de l'environnement de Salaberry souhaite utiliser cette visibilité pour sensibiliser le grand public aux principes du développement durable.

Ainsi, la Maison de la culture et de l'environnement de Salaberry prévoit l'organisation et la tenue d'activités liées au domaine des sciences de l'environnement comme :

- des expositions permanentes et temporaires ;
- des conférences ;
- des soirées d'information ;
- des activités pédagogiques.

D'autre part, par la mise en œuvre de rénovations intérieures et d'aménagements extérieurs dès l'été 2004, les deux bâtiments de la Maison de la culture et de l'environnement feront l'objet de nouvelles mesures environnementales. À la suite de recherches, le projet de transformer un complexe immobilier en vitrine technologique et environnementale s'avère une initiative sans précédent à l'échelle de la région de Québec. En associant la démonstration à l'expérimentation et à l'exposition dans son projet de Maison de la culture et de l'environnement de Salaberry, le Centre de l'environnement innove et optimise la sensibilisation ainsi que le changement de comportement des intervenants (gouvernementaux, institutionnels, commerciaux et résidentiels) régionaux concernant l'application de ces mesures et techniques dans leur milieu de vie et de

travail. Celles-ci ont été choisies pour leur fort potentiel d'applicabilité en milieu urbain et en climat rigoureux.

Certaines techniques sont mal connues comme les toitures et les murs végétaux qui permettent entre autres d'augmenter la rétention des eaux de pluie et de réduire la consommation énergétique des bâtiments.

D'autres technologies comme les panneaux solaires et les éoliennes sont mieux connues, mais font toutefois l'objet d'idées préconçues qui freinent leur développement en milieu urbain.

Concernant l'implantation d'un centre de gestion de la demande en transports alternatifs, le projet s'intègre dans la seconde phase d'un projet-pilote mené à Québec par l'organisme Accès Transports viables.

D'autres pratiques comme le recyclage des matières résiduelles et le compostage faisant l'objet de nombreuses campagnes de sensibilisation ont besoin d'être encouragées par leur mise en pratique à l'échelle d'un bâtiment, d'un quartier et dans le cadre d'activités scolaires.

Créer un pôle d'expertise

Le caractère pluridisciplinaire et la proximité des organismes regroupés dans la Maison de la culture et de l'environnement de Salaberry favorise le développement de l'expertise de chaque organisme et la promotion de ce savoir-faire dans chacun de ces secteurs d'activités.

La Maison de la culture et de l'environnement de Salaberry souhaite également devenir un centre de référence où il est possible de consulter des professionnels, de se documenter et se renseigner sur les sciences de l'environnement.

En devenant un lieu d'expertise la Maison de la culture et de l'environnement de Salaberry tend à favoriser les changements de comportement et les nouvelles pratiques pour réduire les impacts et les pressions sur l'environnement, les ressources naturelles et la planète.

Créer une synergie et partager des ressources

Le fait de regrouper plusieurs organismes à but non lucratif dans un même édifice crée une synergie, facilite le travail en collaboration et en concertation ainsi que la mise en valeur de la mission de chacun. De plus, le caractère multidisciplinaire du projet accroît les possibilités de création et de partenariat entre différents intervenants environnementaux, sociaux et culturels tant au niveau communautaire, municipal ou gouvernemental.

Le choix de partager des ressources et des services liés à la gestion administrative permet à la fois de soutenir la viabilité financière et la qualité du travail des organismes d'intérêt public tout en maintenant des emplois à temps plein et à long terme au sein des entreprises d'économie sociale et des organismes offrant un service.

Offrir une visibilité

En concentrant plusieurs activités en un même lieu, l'édifice devient un point de repère dans la ville. Les élèves et parents d'élève fréquentant l'école de musique, les clientèles des entreprises d'économie sociale, les spectateurs venant aux représentations théâtrales et tout autre visiteur découvrent les organismes, les panneaux de sensibilisation en matière d'environnement et les animations installés dans le même édifice.

L'aménagement extérieur de la Maison de la culture et de l'environnement de Salaberry, par l'installation d'équipements visuels et peu communs (mur végétal, panneaux solaires, éoliennes, etc.), souhaite attirer l'attention du public.

Permettre la réalisation d'activités

En dehors du domaine des sciences de l'environnement, la Maison de la culture et de l'environnement de Salaberry souhaite également assurer la réalisation d'activités culturelles et artistiques par la tenue d'expositions

Par la sensibilisation et la démonstration de mesures environnementales ainsi que l'accès à des services culturels, le projet de la Maison de la culture et de l'environnement de Salaberry souhaite également s'assurer du maintien de la qualité de vie et de l'environnement pour la population présente et à venir.

Annexe 3

Plan des 850 et 870, avenue Salaberry

850 Salaberry

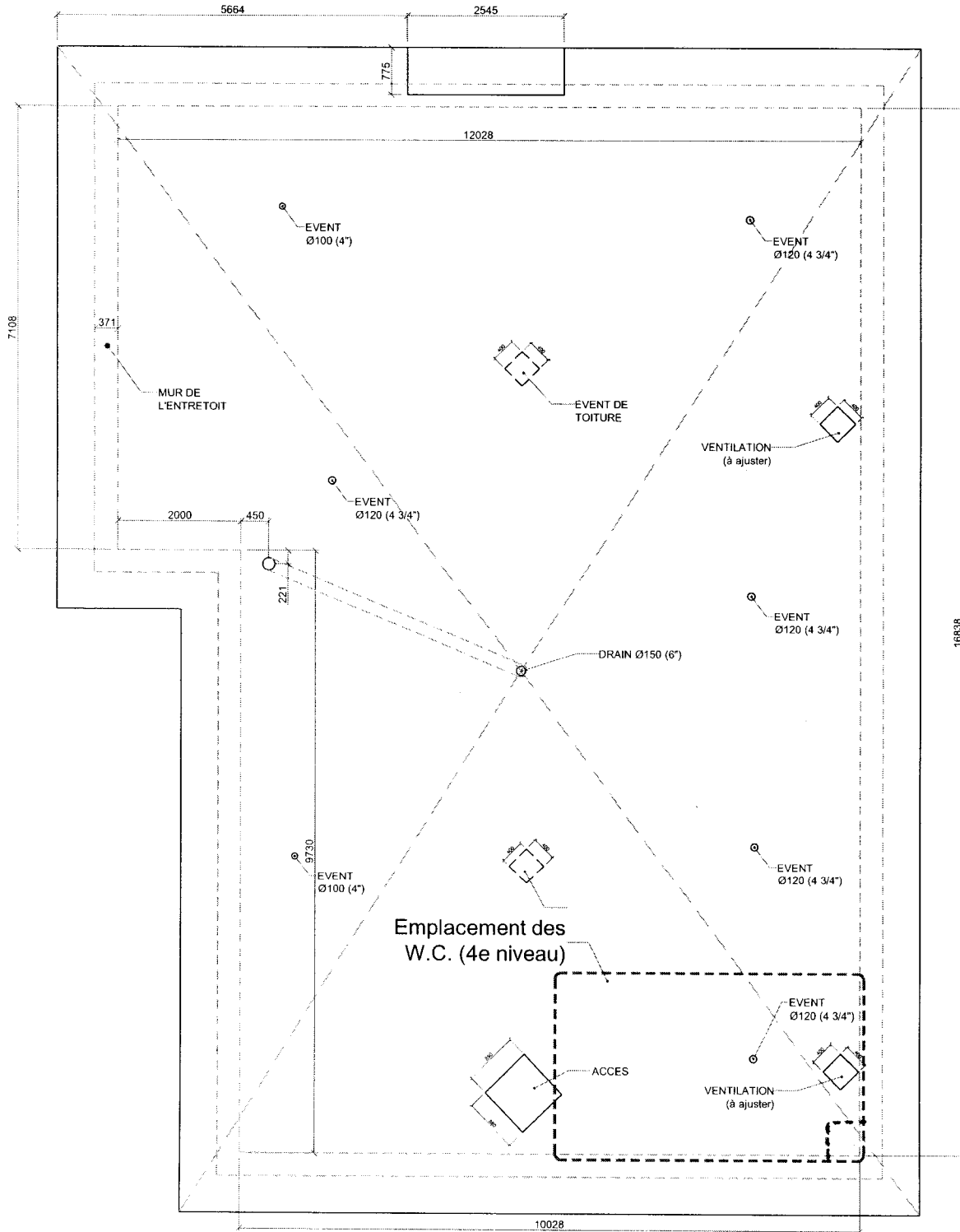
Superficie BRUTE de la toiture: 193 M² (2077 pi²)

Superficie des ouvertures: 1.5 m² (16 pi²)

Membrane imperméabilisante: 211 m² (2667 pi²)

Surface du pourtour de gravier: 18 m² (194 pi²)

Surface substrat végétal: 175 m² (1883 pi²)



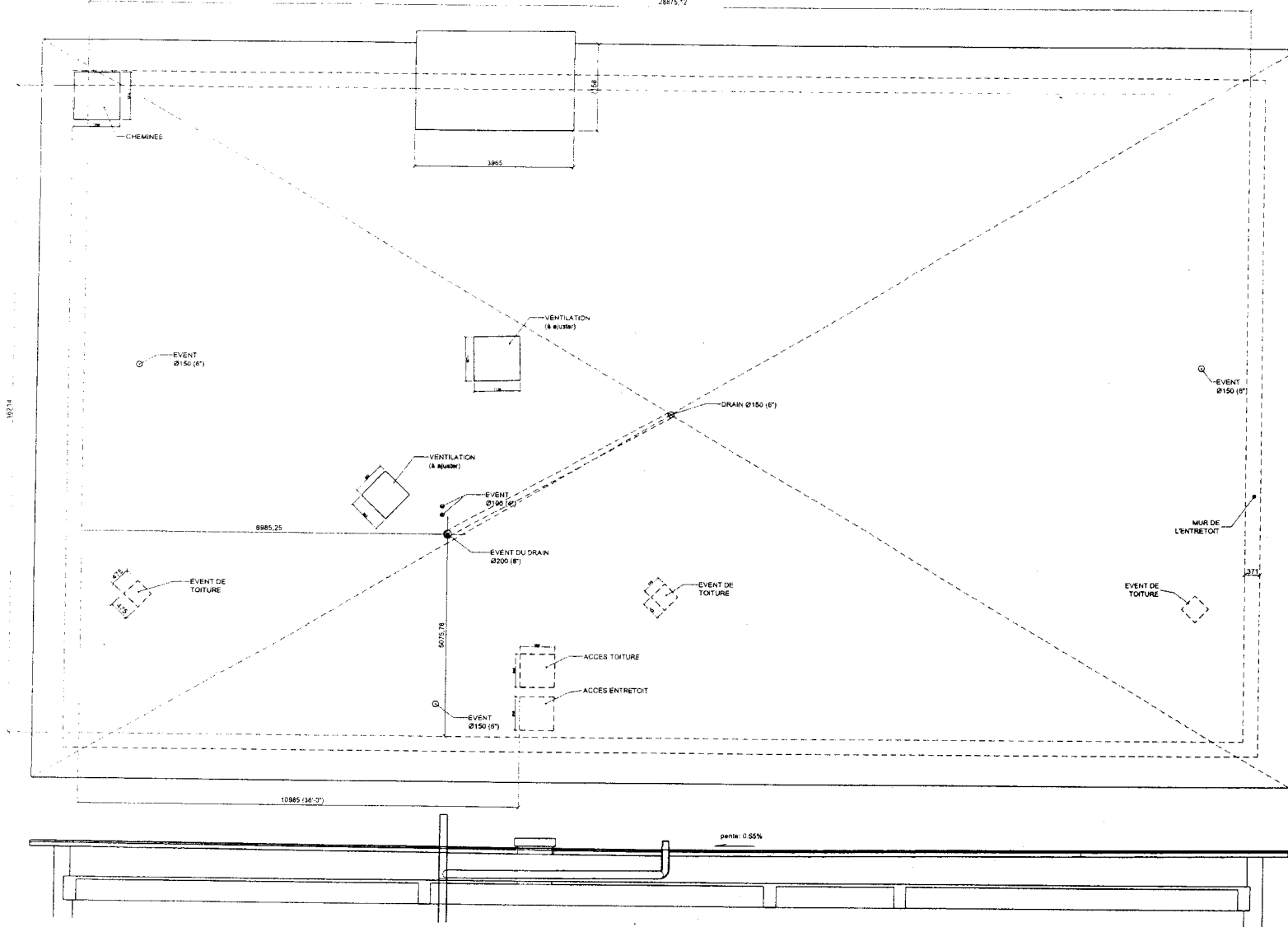
Échelle: 1:100

Notes:

- toutes les mesures sont en millimètres

■■■■■■■■■■ A RETIRER

Projet toiture végétale
Vivre en Ville - mai 2004



870 Salaberry
 Superficie BRUTE de la toiture: 468 M2 (5036 pi2)
 Superficie des ouvertures: 13.6 m2 (146 pi2)
 Membrane imperméabilisante: 495 m2 (5326 pi2)
 Surface du pourtour de gravier: 27 m2 (291 pi2)
 Surface substrat végétal: 440 m2 (4734 pi2)

Échelle: 1:100

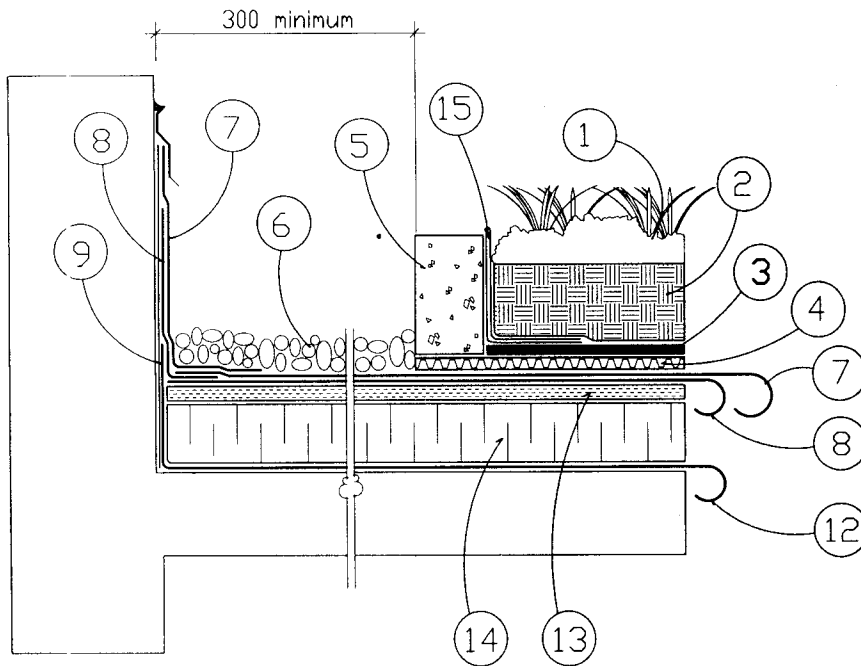
Notes:

- toutes les mesures sont en millimètres
- A RETIRER

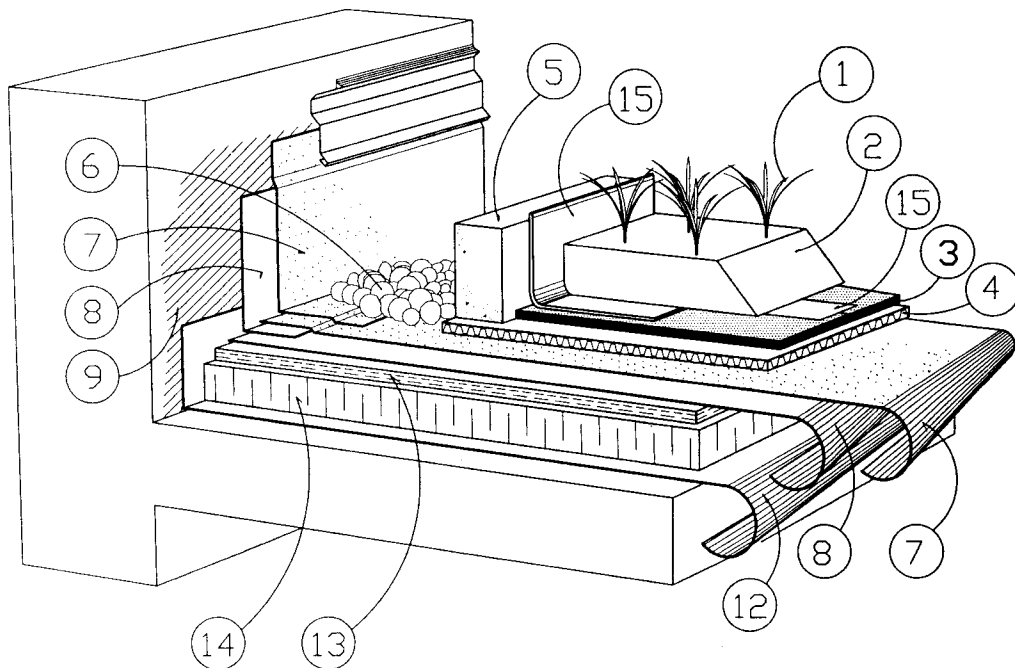
Projet toiture végétale
 Vivre en Ville - mai 2004

Annexe 4

Schéma de la coupe type Sopranature



- 1) Végétation
- 2) Substrat de culture Sopraflor (type X, I ou L)
- 3) Aquamat Jardin**
- 4) Sopradrain 10-G
- 5) Bordure de métal ou de bois ou de béton
- 6) Gravier ou dalle de circulation
- 7) Membrane de finition
- 8) Membrane de sous-couche
- 9) Apprêt
- 12) Pare-vapeur
- 13) Support de membrane
- 14) Isolant
- 15) Microfab



NOTE : Prévoir un minimum de 300mm de gravier au pied des relevés et autour des drains.

COPYRIGHT 2004 SOPREMA INC



1675, Haggerty
Drummondville, Qc J2C 5P7

www.soprema.ca

PROJET:

TITRE:

COUPE TYPE SOPRANATURE
SYSTÈMES #SC1 ET #SC2

NO.

RÉVISION

DATE

ÉCHELLE: (pas à l'échelle)

NUMÉRO DU DESSIN:

DATE: Septembre 2004

NATO1

Annexe 5

Fiche technique Sopradrain 10-G

SOPRADRAIN 10-G

Description : SOPRADRAIN 10-G est un panneau de drainage de haute densité, composé d'un noyau fait de polystyrène haute densité, laminé avec un géotextile. Le panneau est installé sur les membranes pour le drainage de plusieurs applications d'étanchéité, incluant les toitures végétales et les terrasses-jardins.

Avantages :

Faible charge pour les structures : SOPRADRAIN 10-G pèse moins de 2 kg/m² compare à 145 kg/m² pour une épaisseur de 10 cm de gravier de drainage.

Faible épaisseur : l'épaisseur du SOPRADRAIN 10-G n'est que de 1 cm, comparé à 10 cm pour un drainage fait de gravier, permettant un meilleur dégagement aux portes ainsi qu'une réduction de la hauteur des relevés et bordures.

Propriétés :

Propriétés	Normes	SOPRADRAIN 10-G
Dimensions du rouleau (m)	-	1,22 m x 15,24 m (4 x 50 pi.)
Surface du rouleau (m ²)	-	18,58 (200 pi ²)
Diamètre du rouleau (cm)	-	51 (20 po.)
Épaisseur (mm)	-	10 (0.4 po.)
Résistance à la compression (kPa)	ASTM D 1621	719 (15 000 psf)
Transmissivité (l/min·m ²)	ASTM D 4716 (Gradient hydraulique 1)	700 (17 gal/min·pi ²)

(Toutes les valeurs sont nominales)

Propriétés du géotextile	Norme	SOPRADRAIN 10-G
Tissu: ouverture de filtration (mm)	ASTM D 4751	0,21
Perméabilité (l/min·m ²)	ASTM D 4491	5700 (140 gal/min·pi ²)
Résistance à la traction (N)	ASTM D 4632	450 (100 lbf)
Allongement (%)	ASTM D 4632	50
Résistance au poinçonnement (N)	ASTM D 4833	300 (85 lbf)

(Toutes les valeurs sont nominales)

NOTE : SOPREMA INC. se réserve le droit, en fonction de l'évolution des connaissances et des techniques, de modifier sans préavis la composition et les conditions d'utilisation de ses matériaux. En conséquence, toute commande ne sera acceptée qu'aux conditions et aux spécifications techniques en vigueur au jour de la réception de celle-ci.

Annexe 6

Fiche technique Aquamat Jardin



SOPREMA INC
 1675 HAGGERTY
 DRUMMONDVILLE, QC
 Téléphone : (819) 478-8163
 Télécopieur : (819) 478-5422

FICHE TECHNIQUE
040907CAN2F

Annule et remplace

■ Calgary ☎ 403-248-8837 ■ Edmonton ☎ 780-435-2800 ■ London ☎ 519-672-5561 ■ Moncton ☎ 506-384-6101
 ■ Montréal ☎ 450-655-6676 ■ Ottawa ☎ 613-741-4591 ■ Québec ☎ 418-681-878801 ■ Saskatoon ☎ 306-651-2647
 ■ Toronto ☎ 905-760-8211 ■ Vancouver ☎ 604-522-3944 ■ Winnipeg ☎ 204-694-2849

AQUAMAT JARDIN

Description : AQUAMAT JARDIN est un matelas capillaire conçu spécialement pour l'irrigation et la rétention d'eau des toitures végétales et des terrasses-jardins. AQUAMAT JARDIN est un laminage de quatre matériaux qui accomplissent des fonctions spécifiques comme suit.

- La **barrière antiracine** empêche la pénétration des racines et permet le passage de l'eau par capillarité vers le substrat de culture.
- Le système intégré d'irrigation goutte à goutte est formé de boyaux disposés à tous les 60 cm (2 pieds).
- Le géotextile non tissé retient l'eau et la distribue de façon égale et constante.
- Le film de polyéthylène noir de 6 mil traité contre les UV forme une série de bassins contigus à tous les 3,05 m (10 pieds).

Avantages : Permet une remontée capillaire facile de l'eau sur une épaisseur de substrat de culture de 200 mm sur des pentes allant jusqu'à 3%.

Utilise moins de 60% de l'eau requise par les systèmes conventionnels d'irrigation par aspersion.

Approvisionne facilement et de façon constante les plantes en eau, ce qui résulte en une croissance plus uniforme du système racinaire et une réduction des contraintes hydriques.

Son faible poids à seulement 0,15 psf (750 g/m²) permet une installation simple et facile..

Sa capacité de rétention d'eau de 11.6 l/m² (2.5 gal/v²) est très performante

Propriétés :

Propriétés	Normes	AQUAMAT JARDIN	
Dimensions des rouleaux* (m)	-	3,35 x 30,5 (11 x 100 pi.)	1,52 x 30,5 (5 x 100 pi.)
Surface du rouleau (m ²)	-	102 (1100 pi ²)	46 (500 pi ²)
Poids du rouleau (kg)	-	77 (170 lb)	35 (77 lb)
Épaisseur (mm)	ASTM D5199	6,3 (0.4 po.)	
Remontée capillaire (mm)	SAGEOS GX 009-02	125 (5 po.)	
Capacité de rétention d'eau (l/m ²)	SAGEOS GX 010-02	11,6 (2,5 gal/v ²)	
Transmissivité (cm/min)	SAGEOS GX 009-02	10,5 (4,14 po./min)	

(Toutes les valeurs sont nominales)

* Autres dimensions disponibles sur demande.

NOTE : SOPREMA INC. se réserve le droit, en fonction de l'évolution des connaissances et des techniques, de modifier sans préavis la composition et les conditions d'utilisation de ses matériaux. En conséquence, toute commande ne sera acceptée qu'aux conditions et aux spécifications techniques en vigueur au jour de la réception de celle-ci.

Annexe 7

Fiche technique Sopraflor L

■ Calgary ☎ 403-248-8837 ■ Edmonton ☎ 780-435-2800 ■ London ☎ 519-672-5561 ■ Moncton ☎ 506-384-6101
■ Montréal ☎ 450-655-6676 ■ Ottawa ☎ 613-741-4591 ■ Québec ☎ 418-681-878801 ■ Saskatoon ☎ 306-651-2647
■ Toronto ☎ 905-760-8211 ■ Vancouver ☎ 604-522-3944 ■ Winnipeg ☎ 204-694-2849

SOPRAFLOR X SOPRAFLOR I SOPRAFLOR L

Description : SOPRAFLOR X est un substrat de culture spécialement formulé pour les toitures végétales extensives non irriguées et de faible entretien.

SOPRAFLOR I est un substrat de culture spécialement formulé pour les toitures végétales et terrasses-jardins irriguées avec l'AQUAMAT JARDIN ou par systèmes d'irrigations conventionnels par aspersion ou autre.

SOPRAFLOR L est un substrat de culture léger conçu pour usage sur les toitures végétales et les terrasses-jardins irriguées avec le matelas capillaire AQUAMAT JARDIN qui comprend un système d'irrigation goutte à goutte.

Avantages : SOPRAFLOR X et SOPRAFLOR I possèdent un fort pourcentage d'agrégats minéraux de 70% et 55% respectivement. Ceci prévient la compaction du substrat à long terme tout en améliorant la porosité d'air et l'ancrage des plantes. Leur contenu en matière recyclées est de 68% et 60% respectivement.

SOPRAFLOR L permet une remontée capillaire facile de l'eau jusqu'à une épaisseur de substrat de culture de 200 mm (8 pouces). Son poids très léger permet de réaliser des toits-jardins sur la toiture de bâtiments de faible capacité portante. Ce substrat approvisionne facilement et de façon constante les plantes en eau, tout en maintenant une porosité en air optimale, ce qui résulte en croissance plus uniforme et un système racinaire plus fort et sain.

Propriétés :

Propriétés	SOPRAFLOR X	SOPRAFLOR I	SOPRAFLOR L
Végétation	Sédums, graminées et vivaces résistants à la sécheresse	Gazon, vivaces, prairie fleurie et arbustes	Gazon, vivaces, prairie fleurie et arbustes aimant l'eau
Besoin en eau	Faible	Moyen	Élevé
Composition	Brique concassée, tourbe blonde, perlite, sable et compost végétal	Brique concassée, tourbe blonde, perlite, sable et compost végétal	Compost d'écorce, perlite, tourbe blonde et compost végétal
Rétention d'eau (volumétrique) (%)	30 - 40	40-50	60 - 70
Porosité en air (%)	20 - 30	20 -25	25 - 35
Porosité totale (%)	60 - 70	65-75	85 - 90
Masse volumique, humide (kg/m ³)	950 - 1050	750 - 850	400 - 450
Masse volumique : tassé, et égoutté (kg/m ³)	1150 - 1250	1000-1100	800 - 850
Matière organique, base sèche (%)	5 - 10	10-15	50 - 60
pH	6,0 – 7,0	6,0 - 6,5	6,0 - 6,5
Contenu en matières recyclées (Poids%)	68	60	74
Contenu en agrégats minéraux (Volume %)	70	55	30

(Toutes les valeurs sont nominales)

Conditionnement : SOPRAFLOR X, I et L sont disponibles en sacs de 25 L, 1 m³ ou en vrac.

NOTE : SOPREMA INC. se réserve le droit, en fonction de l'évolution des connaissances et des techniques, de modifier sans préavis la composition et les conditions d'utilisation de ses matériaux. En conséquence, toute commande ne sera acceptée qu'aux conditions et aux spécifications techniques en vigueur au jour de la réception de celle-ci.

Annexe 8

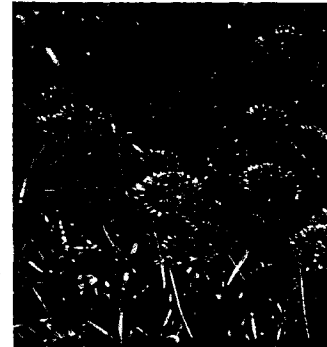
Fiche descriptive des végétaux sélectionnés pour les deux toits

Détails concernant la végétation sélectionnée pour les deux toitures végétales

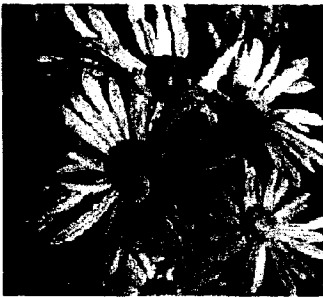
Ciboulette (*Allium schoenoprasum*) :
Plante vivace pluriannuelle, hauteur
de 30 cm, floraison rose.
Aime le soleil et les endroits mi-
ombragés avec un sol humide.



Hémérocalle (*Hemerocallis*
«Strawberry Candy») : hauteur de 50 à
70 cm, floraison rose foncé et rose
pale. Aime ;

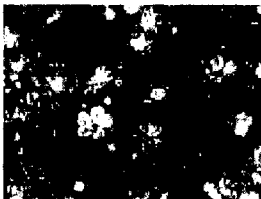


Potentille argentée (*Potentilla*
argentea) : La tige velue, rameuse,
floraison jaune de mai à septembre.
Hauteur de 20 à 40 cm. Plante
résistante.



Chrysanthème (*Chrysanthemum*
«Clara Curtis») : floraison rose à
partir de juillet, croissance compacte,
se resème facilement d'elle-même;

Coreopsis (*Coreopsis*) : plante
naturalisée très résistante à la
sécheresse. Floraison jaune.
accentuée tout l'été.;



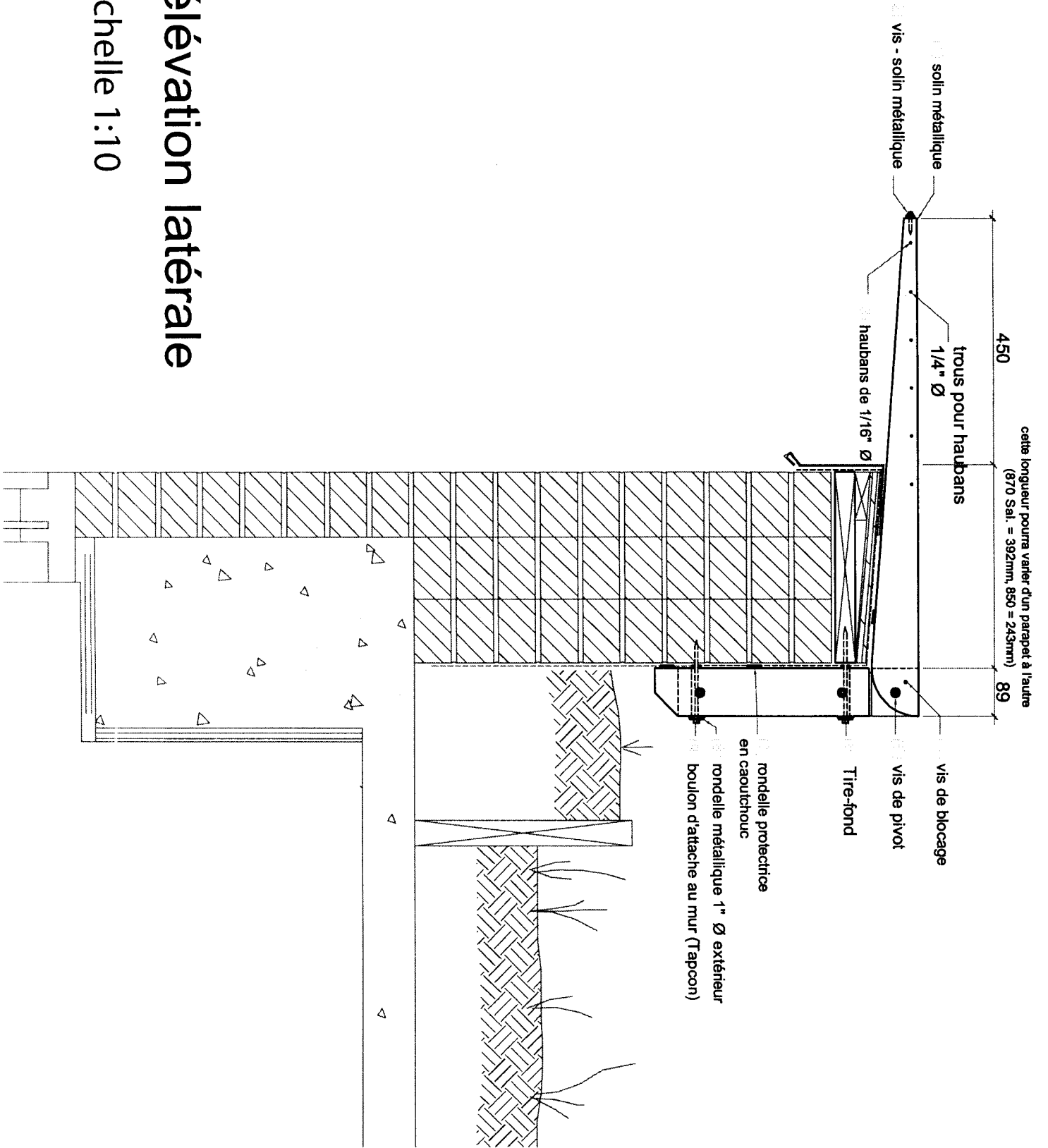
Saxifrage (*Saxifraga*) : plante très utilisée
en végétalisation en Europe. Plante très rustique et
très résistante à la sécheresse. Se développe en
forme de coussin avec un feuillage vert clair, floraison
rose. Exposition ombre et soleil. Se développe
facilement. Taille 20 centimètres, diffusion
d'environ 30 centimètres. Zone de rusticité 3.

Astilbe (*Astilbe*) : plante ornementale qui s'est
montrée très compétitive et rustique dans
seulement 12 cm de substrat sur un dessus de
stationnement non chauffé (Manrèse). Floraison
longue et intéressante, exposition soleil ou ombre.
Demande très peu d'entretien ;



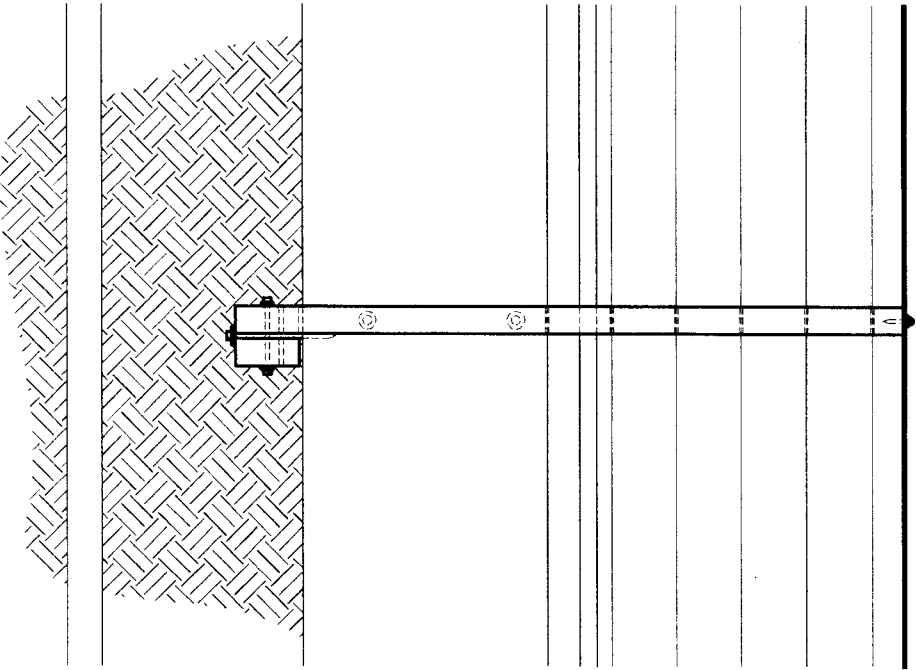
Annexe 9

Plans des deux modèles d'équerres



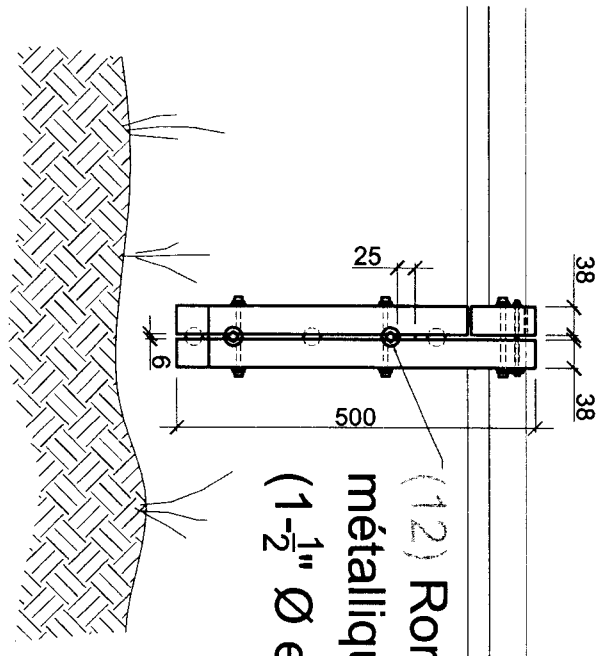
élévation latérale

échelle 1:10



plan

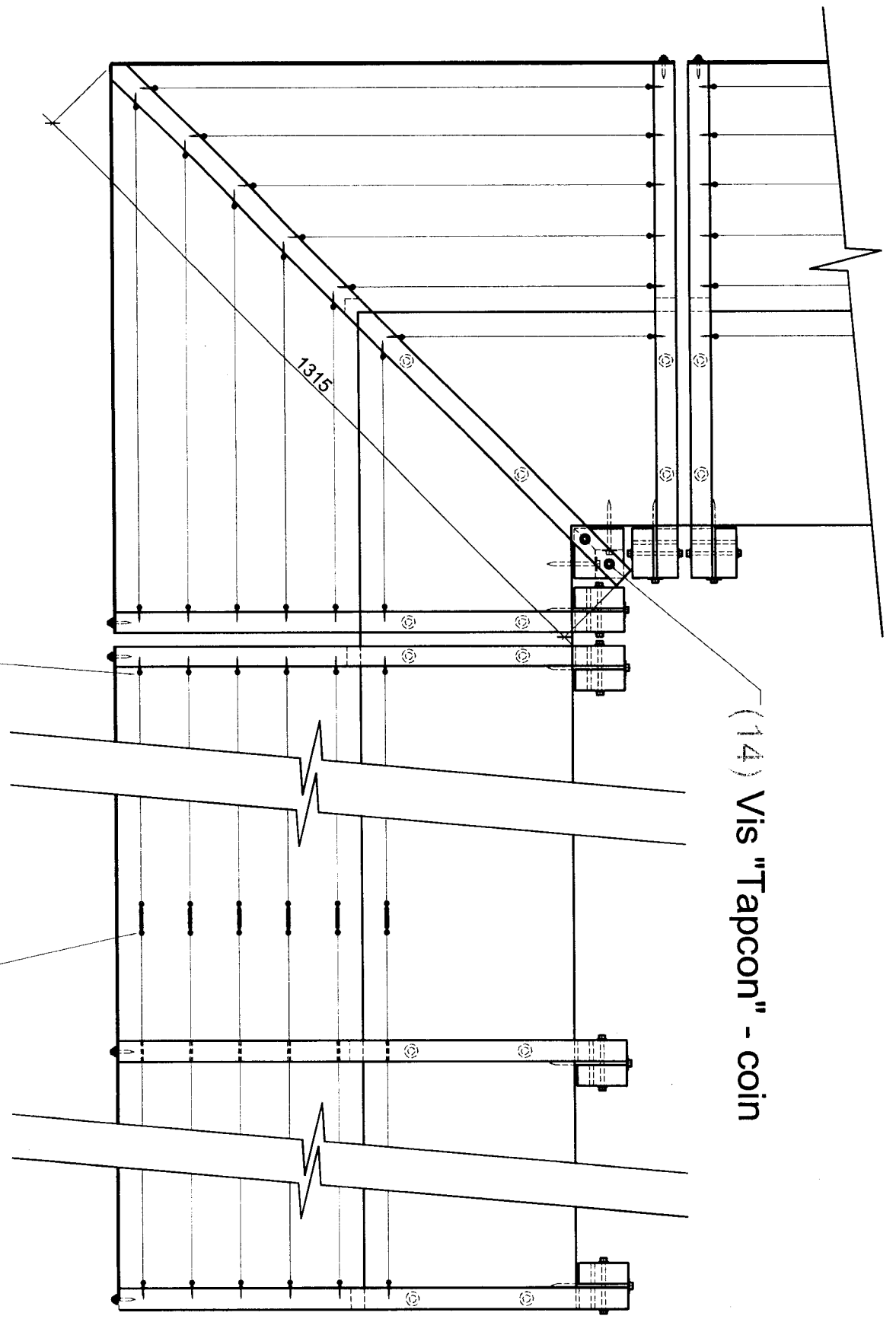
ÉCHELLE 1:10



(12) Rondelles
métalliques larges
(1- $\frac{1}{2}$ " Ø ext)

élévation arrière

ÉCHELLE 1:10



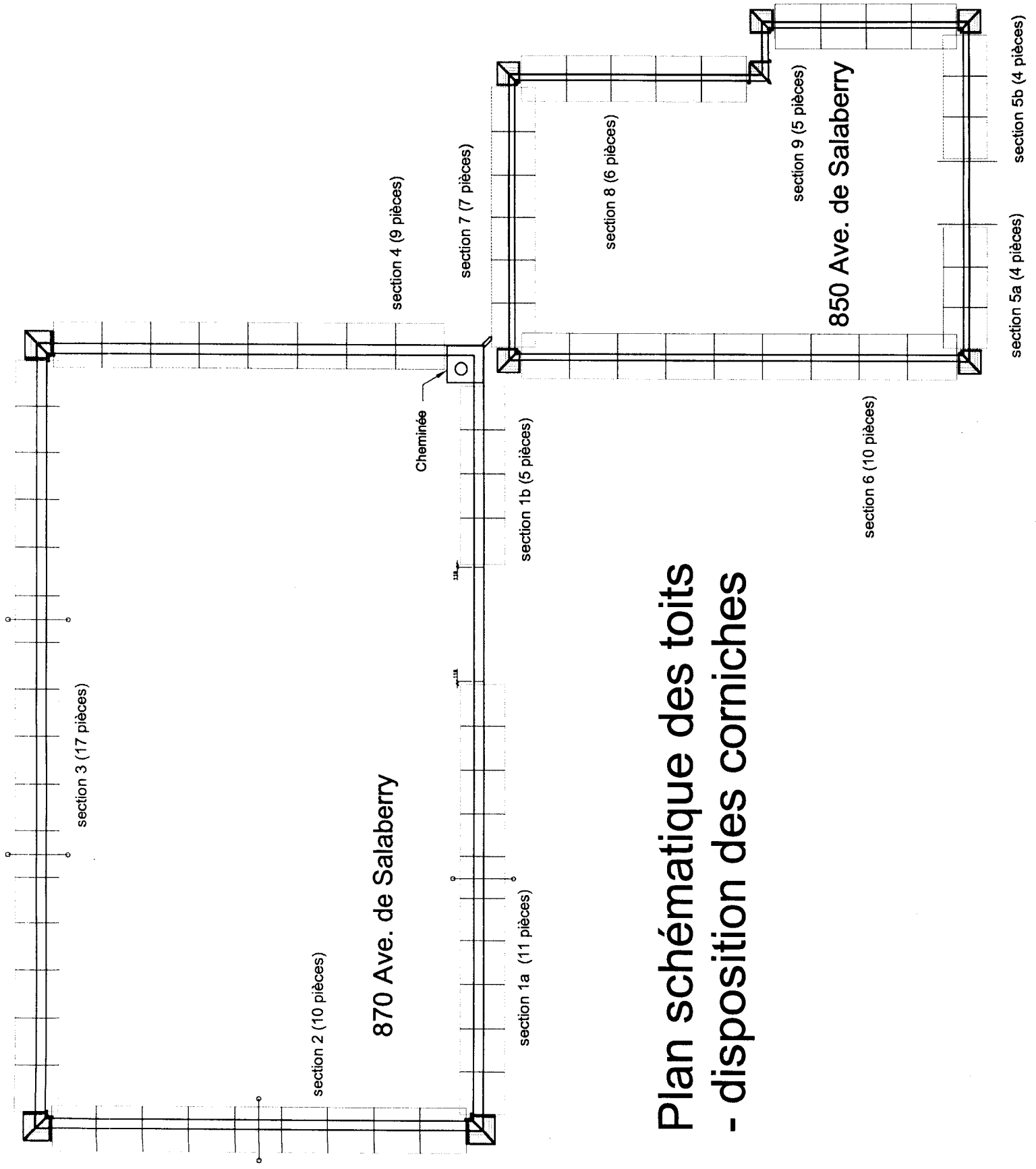
(14) Vis "Tapcon" - coin

(10) Tendeur

Vis-oeillet

Corniche végétale - Coin

ÉCHELLE 1:10



Plan schématique des toits - disposition des corniches