

# Projet-pilote de toit vert



3515, avenue du Parc • Montréal (Québec) • H3J 3J7  
Tel: 514-384-8218 Télécopie: 514-384-8272  
courriel: mail.3030cm@wdc.ca

Démarche d'une construction écologique

Par Jacob Nerenberg

Avec collaboration spéciale de Xavier Laplace et Owen Rose

# Projet-pilote de toit vert Démarche d'une construction écologique

---

Par Jacob Nerenberg

Avec la collaboration de Owen Rose  
et Xavier Laplace



© Société de développement communautaire de Montréal  
2005 – Tous droits réservés

Catalogage avant publication de Bibliothèque et Archives Canada

Nerenberg, Jacob, 1979-  
Projet-pilote de toit vert : démarche d'une construction écologique  
/ par Jacob Nerenberg ; avec la collaboration spéciale de Xavier Laplace et Owen Rose.

Comprend des références bibliographiques.

ISBN 0-9739728-0-7

1. Toits végétalisés--Québec (Province)--Montréal. 2. Constructions-- Aspect de l'environnement--Québec (Province)--Montréal. I. Laplace, Xavier  
II. Rose, Owen, 1971- III. Centre d'écologie urbaine (Montréal, Québec)  
IV. Titre.

SB419.5.N47 2005 635.9'671C2005-907171-0

Société de développement communautaire de Montréal  
3516 avenue du Parc  
Montréal (Québec) Canada H2X 2H7  
sodecm@ecologieurbaine.net  
<http://www.ecologieurbaine.net>

Rédaction ..... Jacob Nerenberg  
Collaboration spéciale ..... Xavier Laplace et Owen Rose  
Correction ..... Marie-Anne Boivin, Louise Constantin, Christian Dufresne et Guy Lalonde  
Infographie ..... Brigitte Beaudet Communication  
Photos ..... Claire Frost, Xavier Laplace, Owen Rose  
Image de la couverture..... Owen Rose

Remerciements à Lucia Kowaluk

La publication de cet ouvrage a été rendue possible grâce au soutien financier de :

Centre d'écologie urbaine / SodecM – Le Fonds de l'environnement de Shell – Le programme ÉcoAction d'Environnement Canada



Environnement  
Canada

Environment  
Canada

# Table des matières

<b>UN MOT DE PRÉSENTATION</b>	<b>5</b>	6. Soumissions des couvreurs et choix de l'entrepreneur	
<b>AVANT-PROPOS</b>	<b>7</b>	7. Réunion de l'équipe de construction	
<b>INTRODUCTION</b>	<b>9</b>	8. Consultation auprès du Service de sécurité incendie	
1. Gestion des eaux de pluie		9. Échéancier détaillé des étapes de construction	
2. Modération des écarts de température		10. Finalisation des dessins de construction	
3. Qualité de l'air et changements climatiques		<b>IV CONSTRUCTION</b>	<b>25</b>
4. Prolongation de la vie des toitures		1. Préparatifs	
<b>I ÉQUIPE DE TRAVAIL</b>	<b>11</b>	1.1 Planification de l'accès au toit	
1. Architecte		1.1.1 Accès des personnes	
2. Ingénieur en structures		1.1.2 Accès du matériel	
3. Entrepreneur général		1.2 Planification de la protection contre la pluie	
4. Couvreur		2. Construction	
5. Fournisseur de membranes et de systèmes de végétalisation		2.1 Démolition	
6. Agronome et horticulteur		2.2 Préparation et installation des ancrages	
7. Architecte paysagiste		2.3 Planification du ragréage du mur coupe-feu et des parapets	
8. Autres membres de l'équipe		2.4 Installation des fermes de toit	
<b>II TÂCHES PRÉLIMINAIRES</b>	<b>13</b>	2.5 Installation du contreplaqué sur les fermes de toit	
1. Analyse de l'ingénieur		3. Installation des membranes d'étanchéité	
1.1 Analyse préliminaire		3.1 Application de la sous-couche d'étanchéité	
1.2 Calcul de charge du toit vert dans le projet-pilote		3.2 Aménagement des trappes de ventilation	
1.3 Détermination de la faisabilité		3.3 Application de la membrane de finition	
2. Prévision budgétaire		4. Installation du système de végétalisation	
2.1 Ventilation des éléments majeurs du projet		4.1 Installation du panneau de drainage et de la bordure métallique	
3. Évaluation concertée de l'architecte, de l'entrepreneur et de l'ingénieur		4.2 Installation du matelas capillaire multicouche	
4. Relevé des conditions existantes		5. Terreau et plantes	
5. Élaboration de la stratégie d'intervention structurelle		5.1 Terreau	
6. Élaboration des dessins architecturaux		5.2 Plantes	
7. Demande de permis auprès de l'arrondissement		6. Touches finales de construction	
<b>III EXÉCUTION</b>	<b>17</b>	<b>V ENTRETIEN</b>	<b>50</b>
1. Choix des produits structurels		1. Période d'implantation initiale	
2. Choix des membranes d'étanchéité		1.1 Santé des plantes	
3. Choix du système de végétalisation		1.2 Fertilisation	
4. Choix des plantes et du terreau		2. Entretien à long terme	
4.1 Système non irrigué		3. Préparation pour l'hiver	
4.2 Système irrigué		4. Au printemps	
4.3 Liste des plantes		<b>CONCLUSION</b>	<b>53</b>
4.4 Plan de survie		<b>RESSOURCES SUPPLÉMENTAIRES</b>	<b>55</b>
5. Design d'aménagement des plantes		<b>ÉQUIPE DE RÉALISATION ET PARTENAIRES</b>	<b>57</b>



# Un mot de présentation

Le Centre d'écologie urbaine est un des principaux services de la Société de développement communautaire de Montréal (SodecM), un organisme sans but lucratif qui se consacre au développement durable des communautés au moyen de la démocratie participative et en menant des activités d'éducation, de sensibilisation, de recherche et de représentation politique.

Le Centre d'écologie urbaine œuvre depuis déjà dix ans dans la promotion de l'écologie sociale. Comme membre du conseil d'administration et responsable du projet-pilote de toit vert, je suis fier d'avoir travaillé avec une équipe de réalisation qui a démontré une volonté et une ouverture d'esprit incroyables !

Les toitures vertes, qui connaissent une grande popularité dans plusieurs villes américaines et européennes, sont à toutes fins utiles absentes du paysage urbain au Québec et surtout à Montréal, où l'architecture traditionnelle de duplex et de triplex contigus à toits plats se prête pourtant remarquablement bien à l'aménagement de toitures végétalisées. Alors, ce projet propose des mesures concrètes de développement urbain durable pouvant être mises en œuvre par les citoyens eux-mêmes qui contribuent ainsi au mieux-être de leur communauté.

Je tiens à remercier tous et toutes qui ont contribué à ce projet : les membres de l'équipe de réalisation, la Coopérative la Petite Cité, nos bailleurs de fonds, nos commanditaires et les médias. Vous aurez le plaisir de rencontrer les membres de notre équipe dans les pages du rapport qui suivent.

Ce projet s'est réalisé dans un esprit écologique et communautaire. C'est notre souhait que le projet serve de modèle à toutes sortes de réalisations écologiques futures à Montréal.

Owen Rose  
Membre, Conseil d'administration  
Centre d'écologie urbaine

Novembre 2005

---

## À PROPOS DE L'AUTEUR

Chargé de projet au Centre d'écologie urbaine, Jacob Nerenberg détient un baccalauréat en génie mécanique de l'Université McGill et œuvre depuis 2003 en éducation relative à l'environnement, en développement communautaire et en technologie appropriée. Il a travaillé à temps plein au cours de l'été et de l'automne 2005 à la documentation de la réalisation du toit vert de démonstration du Centre d'écologie urbaine et à la sensibilisation publique en la matière. De plus, il a coordonné, en collaboration avec la D<sup>re</sup> Karen Liu du Conseil national de recherches Canada, le programme de recherche scientifique visant à quantifier les bienfaits écologiques du toit vert de démonstration. Il tient à remercier tous ceux qui l'ont conseillé, informé et aidé.

Note : la forme masculine est utilisée dans le présent document afin d'alléger le texte.

---



# Avant-propos

En juillet 2005, le Centre d'écologie urbaine (CEU) procède à l'installation d'un toit vert de démonstration sur le toit d'une coopérative d'habitation dans le quartier Milton-Parc de Montréal. Cette installation découle de deux ans de recherche en la matière et de la préparation d'un projet-pilote devant servir d'exemple concret de toit vert résidentiel. La publication en février 2005 de *Toitures vertes à la montréalaise : Rapport de recherche sur l'implantation des toits verts à Montréal* rassemblait les connaissances en toits verts spécifiques au contexte montréalais.

Le rapport sur ce projet-pilote présente les démarches suivies dans la réalisation d'un projet particulier de toit vert. Chaque projet a ses particularités, et l'objectif de ce rapport est d'exposer une démarche qui illustre les étapes de réalisation du projet-pilote. Les produits et stratégies d'intervention varient d'un projet à l'autre selon les conditions propres à chacun. Le rapport n'a pas pour but de juger quels produits ni quels fournisseurs sont les meilleurs. Les consultants et produits ont été choisis pour plusieurs raisons découlant de la spécificité du toit vert communautaire réalisé par le CEU.

Il est important de noter que les stratégies de construction et la séquence des travaux décrits ne forment pas une prescription définitive pour les projets futurs. Plutôt, la démarche suivie dans l'élaboration du projet de démonstration est présentée en guise d'exemple concret d'un processus éprouvé pour l'installation d'un toit vert. Il est à souhaiter que le récit détaillé de la démarche suivie puisse être utile dans la planification et l'implantation de toits verts à l'avenir.





# Introduction

Un toit vert est un aménagement de verdure sur le toit d'un édifice. Il existe différents types de toits verts, marqués par une variété de facteurs, dont l'épaisseur du terreau, le choix des plantes et le mode d'entretien. Le toit vert intensif est typiquement lourd, demande un entretien fréquent et se prête surtout à l'aménagement sur les grands édifices commerciaux et institutionnels. Le toit vert extensif, dit écologique, est caractérisé par un faible poids, une mince couche de terreau léger, un choix de plantes résistantes, un minimum d'entretien et des coûts d'aménagement raisonnables. Le toit vert extensif se prête bien à l'aménagement sur les édifices commerciaux et institutionnels aussi bien que résidentiels<sup>1</sup>.

Par rapport aux autres aménagements possibles, le toit vert extensif offre un maximum d'avantages écologiques et économiques. Parmi ceux-ci, nous en retenons quatre :

## 1. Gestion des eaux de pluie

Environ 80 % du territoire urbain de la ville de Montréal est occupé par des édifices et des surfaces pavées qui n'absorbent pas l'eau de pluie. Conséquemment, le système de traitement des eaux de la ville est souvent surchargé. La toiture verte est une stratégie qui permet de mieux gérer ces eaux pluviales en absorbant au moins la moitié de l'eau de pluie et en modérant l'écoulement de ce qui reste. La rétention d'eau représente des économies réelles pour la Ville pour ce qui est du traitement de l'eau.

## 2. Modération des écarts de température

Grâce aux mécanismes d'ombrage, de réflexion et d'évapotranspiration des plantes, un toit vert réduit la température estivale dans un bâtiment. Un toit vert accompagné d'un bon système de ventilation naturelle (des fenêtres) peut carrément remplacer un climatiseur électrique, ce qui engendre des économies énergétiques et financières et une réduction du bruit dans le quartier. Le verdissement des toits contribue également à contrer l'effet d'îlot de chaleur urbain, tenu responsable des canicules estivales urbaines accablantes.

Par temps froid, le terreau du toit vert fournit une isolation, permettant des économies d'énergie reliées au chauffage. Cet effet thermique a lieu surtout avant le gel et après le dégel, lorsque le terreau possède des propriétés isolantes importantes.

## 3. Qualité de l'air et changements climatiques

Les plantes qui végétalisent les toits verts absorbent les polluants toxiques et les gaz à effet de serre. Le toit vert protège donc le système respiratoire humain et contribue à atteindre les objectifs du protocole de Kyoto.

## 4. Prolongation de la vie des toitures

Terreau, plantes et système de végétalisation protègent la membrane du toit des rayons UV et des températures extrêmes, ce qui en prolonge la vie de façon significative.

Le toit vert de démonstration installé par le CEU est muni d'instruments scientifiques qui permettront de fournir des données précises afin d'en quantifier les avantages écologiques et économiques. Ces données justifieront sans aucun doute la mise en place de programmes et de politiques incitatives visant à promouvoir l'implantation de toits verts à Montréal et ailleurs. Ce programme de recherche scientifique est géré par la D<sup>re</sup> Karen Liu du Conseil national de recherches Canada (CNRC).

<sup>1</sup> Pour de plus amples renseignements sur les toits verts et leurs avantages, consulter LANDREVILLE, Maude (2005), *Toitures vertes à la montréalaise : Rapport de recherche sur l'implantation des toits verts à Montréal*, Centre d'écologie urbaine.



# I. Équipe de travail

Le projet de démonstration du CEU a bénéficié du recrutement d'une équipe formidable, forte d'une quinzaine de professionnels de diverses disciplines. Il est idéal de pouvoir compter sur une grande équipe pour mener à terme une telle expérience de recherches et développement. Suit la liste des intervenants ayant formé l'équipe de travail :

## 1. Architectes :

**Owen Rose**, architecte stagiaire, responsable du projet  
**Daniel Smith**, architecte, Smith Vigeant architectes

Dans tout projet de construction, l'architecte agit comme coordonnateur. C'est lui qui assure la communication entre les divers acteurs, établit l'échéancier de travail, fait les démarches auprès des autorités municipales pour l'obtention des permis nécessaires et conçoit le design et réalise les dessins architecturaux qui servent de feuille de route aux ouvriers.

## 2. Ingénieur en structure :

**Tom Egli**, ingénieur, EGP Experts-Conseils

La première tâche de l'ingénieur en structure est d'analyser la faisabilité du projet de toit vert. Cela fait, il doit résoudre le problème central : comment faire supporter à la toiture le poids additionnel du toit vert? Cette étape se fait en consultation avec l'entrepreneur et l'architecte afin d'assurer que les solutions envisagées soient faisables et s'insèrent dans les budgets disponibles.

Une fois les composantes structurelles choisies et les dessins techniques réalisés, l'ingénieur appose son sceau pour certifier que la structure sera sécuritaire et conforme aux codes qui s'y appliquent.

Bien que certains ingénieurs en structure soient plus familiers avec les toits verts que d'autres, tout ingénieur peut facilement se renseigner sur la question des charges supplémentaires d'un toit vert afin de pouvoir procéder à la conception structurelle requise.

## 3. Entrepreneur général :

**Marc Legault**, L'Entremise

L'entrepreneur coordonne les travaux de chantier conformément aux devis conçus par l'architecte et l'ingénieur. L'entrepreneur rassemble une équipe d'ouvriers – menuisiers-charpentiers, maçons et autres – qui installent la nouvelle structure portante de la charge du toit vert.

## 4. Couvreure :

**Josée St-Denis**, Couvertures Lachenaie

Le couvreur est un entrepreneur spécialisé dans la réalisation de toitures. C'est donc à l'équipe de couvreurs que reviennent les tâches spécifiquement reliées au toit : démolition du toit existant, étanchéité, installation du système de végétalisation, aménagement des sorties mécaniques, solins et autres éléments de finition du toit.

## 5. Représentante du fournisseur de membranes et de systèmes de végétalisation :

**Marie-Anne Boivin**, agronome, Soprema

Le fournisseur des équipements qui devront être installés pour végétaliser le toit offre des conseils sur son produit. L'architecte peut communiquer avec celui-ci afin de faire le bon choix de produits et des méthodes d'installation que suivront les couvreurs.

Dans l'installation des toits verts, les couvreurs doivent être accrédités par le fournisseur de membranes et de systèmes de végétalisation afin que le toit soit admissible aux garanties applicables.

## 6. Agronome et horticulteur :

**Marie-Anne Boivin**, agronome, Soprema

**Christian Dufresne**, agronome, Centre de formation horticole de Laval

Un projet de toit vert n'est pas uniquement un projet de construction : c'est aussi un projet horticole. Il est donc essentiel de mobiliser un agronome ou un autre spécialiste des plantes pour choisir les plantes et le terreau appropriés au climat. De préférence, ce spécialiste aura déjà acquis une certaine expérience en toits verts. Au Québec, les recherches de Marie-Anne Boivin, agr. ont permis d'établir une liste de plantes rustiques aptes à survivre sur un toit vert typique dans la région.

Le choix et la disposition des végétaux pour le projet de démonstration a été fait grâce aux listes fournies par M<sup>me</sup> Boivin, agr., et par M. Christian Dufresne, agr. Pour minimiser les pertes lors de la plantation et aider à une meilleure reprise des plantes, le projet a fait appel à des horticulteurs professionnels : M<sup>me</sup> Suzy Lebel, MM. Steve Marseille et Tobby Malette-Froment, tous formés par M. Dufresne au Centre de formation horticole de Laval.

Les fournisseurs de systèmes de végétalisation sont souvent en mesure de fournir des renseignements sur le choix de plantes appropriées au toit vert.

## 7. Architecte paysagiste :

**Ronald Williams**, Université de Montréal

Un architecte paysagiste est bien placé pour concevoir l'aménagement des plantes. Le rôle de l'architecte paysagiste est mis en valeur surtout dans les cas où l'aménagement du toit vert vise des objectifs esthétiques en plus d'objectifs écologiques et économiques.

## 8. Autres membres de l'équipe

**Stephan Archambault**, chef de section (Sécurité incendie – Ville de Montréal)

**Michel Bergeron**, ArchiBio

**Pascal Caron**, ingénieur (Sécurité incendie – Ville de Montréal)

**Claire Frost**, chargée des communications (Centre d'écologie urbaine)

**Denis Gingras**, représentant (Hydrotech)

**Ismaël Hautecoeur**, architecte paysagiste (Jardins sur les toits – Alternatives)

**Lucia Kowaluk**, coordonnatrice (Centre d'écologie urbaine)

**Xavier Laplace**, bénévole

**Daniel Lauzon**, architecte paysagiste (Parcs et espaces verts – Ville de Montréal)

**Karen Liu**, chercheure (Conseil national de recherches Canada)

**Jacob Nerenberg**, chargé de projet (Centre d'écologie urbaine)

**Élizabeth Radshaw**, réalisatrice de documentaire

**Marie Tourville**, représentante de la Coopérative d'habitation La Petite Cité

**Jeanne Wolfe**, urbaniste (Université McGill)

# II - Tâches préliminaires

## 1. Analyse de l'ingénieur

L'ingénieur en structure est parmi les premières personnes à consulter par les propriétaires de maisons existantes qui envisagent un projet de toit vert. Dans le cas des nouvelles constructions, le premier point de contact est souvent l'architecte.

### 1.1 Analyse préliminaire

La première étape dans tout projet de toit vert sur une maison existante est l'inspection de l'ingénieur en structure. Celui-ci vérifie l'état du bâtiment et fait une analyse préliminaire afin d'évaluer l'ampleur de l'intervention structurelle nécessaire pour supporter la charge additionnelle du toit vert. En particulier, il vérifie l'état des fondations et des murs mitoyens et structuraux de l'édifice, afin de vérifier si ceux-ci peuvent supporter le poids du toit vert. La forme de l'édifice peut aussi influencer sur la faisabilité du toit vert, les formes plus compliquées s'y prêtant moins facilement. L'ingénieur doit bien sûr se rendre sur le toit de l'édifice pour en juger l'état.

Le travail préliminaire de l'ingénieur consiste en une analyse de l'édifice afin de déterminer si le projet de toit vert pourra être réalisé à un coût raisonnable. Dans certains cas, un ingénieur peut juger qu'un édifice existant est mal indiqué pour l'installation d'un toit vert en raison de facteurs tels :

- **Édifice limitrophe ne possédant pas de structure suffisante.** Les murs mitoyens peuvent servir à supporter la charge additionnelle du toit vert; sans ces murs, la stratégie d'intervention structurelle est plus difficile.
- **Murs structuraux en mauvais état.** Cette situation s'avère assez commune dans le cas des anciens murs de blocs de cendre qui se dégradent plus rapidement que les murs de brique.
- **Forme complexe de l'édifice, avec plusieurs côtés.** La plupart des ingénieurs et des entrepreneurs hésiteront à se lancer dans une intervention structurelle compliquée par une forme inhabituelle dont les détails structurels sont incertains. De telles situations comportent des risques additionnels de difficultés logistiques, des problèmes de sécurité et des augmentations de coûts.
- **Fondation en mauvais état.** Il importe d'avoir une fondation solide si l'on veut ajouter une charge additionnelle à l'édifice. L'ingénieur tient également en compte la composition du sol et sa capacité portante.

Afin d'en arriver à une analyse de faisabilité, l'ingénieur s'appuie sur une certaine connaissance des toits verts. En particulier, il doit chiffrer la charge additionnelle du toit.

### 1.2 Calcul de charge du toit vert dans le projet-pilote

<b>Charges vives :</b>	Accumulation de neige	50 lb/pi <sup>2</sup>
<b>Charges mortes :</b>	Terreau, plantes, système de végétalisation <sup>1</sup>	45 lb/pi <sup>2</sup>
	Fermes de toit, contreplaqué, membranes	5 lb/pi <sup>2</sup>
	Charge morte superposée	10 lb/pi <sup>2</sup>
<b>TOTAL :</b>		110 lb/pi <sup>2</sup>



<sup>1</sup> À noter que le système de végétalisation à l'usage dans ce projet est une technologie de quatrième génération qui pèse entre 32 et 45 lb/pi<sup>2</sup>. L'introduction anticipée de la cinquième génération de toitures végétalisées aura pour effet de réduire le poids du système, ce qui nécessitera une intervention structurelle moins importante.

La charge totale représente la charge maximale théorique que doit supporter la nouvelle structure du toit. À noter : la charge de neige d'un toit vert est supérieure à la charge correspondante pour un toit traditionnel. Un toit vert a tendance à accumuler plus de neige en raison de la friction causée par les plantes, qui résiste au vent et maintient la neige en place. Les scénarios de charges extrêmes correspondent à :

- la fonte faisant suite à une accumulation de neige, qui laisse une masse de neige mouillée et pesante reposant sur un terreau trempé d'eau;
- une tempête de verglas.

L'ingénieur doit considérer ces cas extrêmes afin d'établir la capacité portante nécessaire.

### 1.3 Détermination de la faisabilité

Ayant évalué la capacité portante nécessaire du toit, l'ingénieur doit déterminer si une intervention structurelle est nécessaire. Dans le cas d'un édifice ancien à charpente de bois, ce qui constitue le bâti typique des quartiers centraux de Montréal, la nécessité d'une intervention structurelle est quasiment assurée. Il est possible que certains cas exceptionnels existent pour lesquels la structure détient déjà la capacité portante nécessaire; cette situation peut surtout survenir chez des édifices à charpente d'acier et de béton. Quel que soit le cas, la résistance de la structure doit être vérifiée et confirmée par un ingénieur en structure qualifié.

L'ingénieur est en mesure de déterminer la faisabilité de l'intervention structurelle nécessaire à la réalisation du projet. Son analyse comprend une estimation préliminaire des coûts. Si aucun obstacle ne s'oppose à une intervention structurelle assez simple - et donc à coût raisonnable -, l'ingénieur pourra donner son feu vert au projet.

Il faut aussi noter que, dans les années à venir, de nouvelles technologies de toits verts plus légers feront leurs preuves dans le climat montréalais. Ces technologies nécessiteront probablement moins d'intervention structurelle dans les bâtiments existants, ce qui réduira les coûts des projets de toits verts.

## 2. Prévision budgétaire

Une fois la faisabilité du projet déterminée, il est recommandé d'élaborer une prévision des coûts. Ces derniers dépendent fortement des conditions spécifiques du projet. En général, l'installation d'un toit vert, faisant appel à la technologie de quatrième génération installée sur un bâtiment existant à charpente de bois et à murs de brique, entraîne des coûts de l'ordre de 35 \$ à 50 \$ par pied carré de toiture. À titre d'exemple, voici la répartition des coûts pour le projet de démonstration<sup>2</sup>.



Élément du projet	Portion du total
Ingénieur	5 à 10 %
Architecte	5 à 10 %
Construction (intervention structurelle)	35 à 40 %
Couverture, système de végétalisation et terreau	40 à 45 %
Consultation de l'agronome ou de l'horticulteur	1 à 3 %
Plantes	4 %

<sup>2</sup> À noter : en tant qu'initiative communautaire et scientifique, le projet de démonstration a bénéficié de plusieurs services et produits gratuits ou à prix réduit; la valeur marchande de ceux-ci a été estimée aux fins de cet exposé. Cette répartition des coûts est fournie en guise d'exemple, l'industrie des toits verts étant en évolution constante. Outre le potentiel des nouvelles technologies, il est espéré que les coûts totaux diminueront avec le temps, selon l'évolution naturelle du marché et avec l'implantation progressive des meilleures pratiques de coordination efficace des travaux.

À noter : une installation de toit vert sur une nouvelle construction est bien moins coûteuse que le cas du toit vert installé sur bâtiment existant. La charge additionnelle du toit vert est simplement incorporée dans les devis de la nouvelle construction, ce qui augmente légèrement les coûts reliés aux matériaux structurels. Il est alors possible de soustraire des coûts du toit vert les éléments d'intervention structurelle ainsi que les éléments qui seraient inclus avec ou sans toit vert : couverture, ingénieur et architecte. Résultat : le coût d'un toit vert dans une nouvelle construction est typiquement de 16 à 20 \$ par pied carré de toiture.

## 2.1 Ventilation des éléments majeurs du projet

Le budget total dépend d'une multitude de facteurs reliés aux conditions existantes du bâtiment et aux objectifs du projet. Si aucun accès sécuritaire et conforme à la réglementation ne mène au toit, il est nécessaire d'en aménager un. Si, de plus, les propriétaires désirent aménager une terrasse pour incorporer un aspect socio-récréatif au projet, les coûts augmentent en conséquence.

Les détails de l'attribution des tâches entre les équipes du couvreur et de l'entrepreneur général peuvent également influencer sur les coûts. Afin de contrôler les dépenses, cette attribution doit maximiser l'efficacité des travaux.

- **Couverture, système de végétalisation et terreau.** Démolition; application des membranes d'étanchéité; installation du système de végétalisation et du terreau et finition du toit (solinage et autres touches finales).
- **Construction.** Installation de la nouvelle structure portante; ragréage ou réfection de murs coupe-feu; aménagement des sorties mécaniques; aménagement des éléments d'accès sécuritaire (garde-corps, échelle ou escalier); installation de l'alimentation en eau au toit (pour un système irrigué); aménagement de terrasse (optionnel).

## 3. Évaluation concertée de l'architecte, de l'entrepreneur et de l'ingénieur

Puisque la construction d'un toit vert dans le bâti résidentiel ancien est pour l'instant un projet d'avant-garde, une concertation assez étroite entre architecte, ingénieur et entrepreneur est nécessaire pour en assurer le succès. Il est donc souhaitable que ceux-ci se rendent ensemble au toit afin d'en inspecter les conditions et d'élaborer les stratégies d'intervention.

## 4. Relevé des conditions existantes

Il importe d'élaborer un relevé précis du toit existant afin de diriger les travaux d'étude et d'exécution subséquents. D'après les mesures prises, l'architecte exécute un dessin qui comprend toutes les dimensions utiles et les éléments variés du toit : cols de cygne et autres sorties mécaniques, dimensions des parapets et des murs coupe-feu et autres.



Le relevé réalisé par l'architecte sera très utile pour tous les intervenants dans le processus de planification et d'exécution du travail. En particulier, l'ingénieur et l'entrepreneur s'appuieront sur lui pour concevoir la stratégie d'intervention et les spécifications relatives aux produits et aux matériaux de construction.

L'entrepreneur se rend également sur le toit afin de faire un relevé précis des pentes et des dimensions pertinentes à l'aide d'un équipement de relevé de construction.

## 5. Élaboration de la stratégie d'intervention structurelle

Il n'existe pas de stratégie unique de renforcement structurel pouvant s'appliquer à tous les cas. L'aménagement d'un toit vert est un projet caractérisé par une approche « cas par cas »; des solutions spécifiques doivent être mises au point pour chaque situation. Toutefois, dans le cas du duplex ou triplex typique des quartiers centraux de Montréal, à charpente de bois et à murs mitoyens de brique, la stratégie suivie dans le projet de démonstration est présentée à titre d'exemple.

Les murs mitoyens offrent des points d'appui solides pour supporter la charge additionnelle du toit vert. On peut donc ériger une nouvelle charpente portante qui s'appuie sur les murs mitoyens. Cette charpente agit comme un pont reposant sur les murs mitoyens. Il est souhaitable qu'un renforcement soit établi à l'aide de points d'appui secondaires, par exemple les solives existantes qui forment le niveau inférieur d'un toit traditionnel et qui offrent un support secondaire à la nouvelle charpente par l'intermédiaire d'un mur nain entre les solives et les ancrages de la charpente.

En général, les codes de construction et les règlements de la Ville concernant, entre autres choses, la protection du patrimoine interdisent d'augmenter la hauteur de l'édifice. Donc, afin d'ériger la nouvelle structure portante, il faut démolir le pontage existant de la toiture pour ainsi faire reposer la nouvelle structure sur les murs mitoyens à l'intérieur des parapets existants.

## 6. Élaboration des dessins architecturaux

Une fois la stratégie de l'intervention établie, l'architecte est en mesure d'élaborer les dessins architecturaux. Ces derniers représentent l'état final du toit à la suite d'une intervention structurelle. Ils servent de repères à l'entrepreneur et à son équipe de menuisiers-charpentiers. Notons que certains changements peuvent avoir lieu entre la première élaboration des dessins et le début de la construction. Néanmoins, il est utile de produire des dessins aussitôt que possible, entre autres choses pour obtenir des soumissions des couvreurs. Les dessins architecturaux sont le point de référence dans l'élaboration du projet de construction.

## 7. Demande de permis auprès de l'arrondissement

Il n'existe à ce jour aucune réglementation spécifique aux toits verts dans la réglementation pertinente de la Ville de Montréal et des arrondissements. On procède donc à l'obtention d'un permis de transformation, comme pour toute rénovation de toit. Cette tâche revient habituellement à l'architecte, à l'entrepreneur ou au propriétaire, qui remplit les formulaires nécessaires, disponibles au bureau d'arrondissement, et les dépose avec les dessins d'architecte et d'ingénieur. Les sceaux de l'ingénieur ou de l'architecte suffisent à démontrer la conformité de l'intervention aux codes pertinents. Les frais de permis dépendent du coût total du projet, et s'élèvent à quelques centaines de dollars pour un toit vert.

Il est possible que la Ville adopte sous peu une réglementation spécifique aux toits verts. La démarche pour l'obtention de permis pourrait alors être modifiée. Pour en savoir plus à ce sujet, il est recommandé de consulter le bureau de l'arrondissement où se trouve le projet.

# III. Exécution

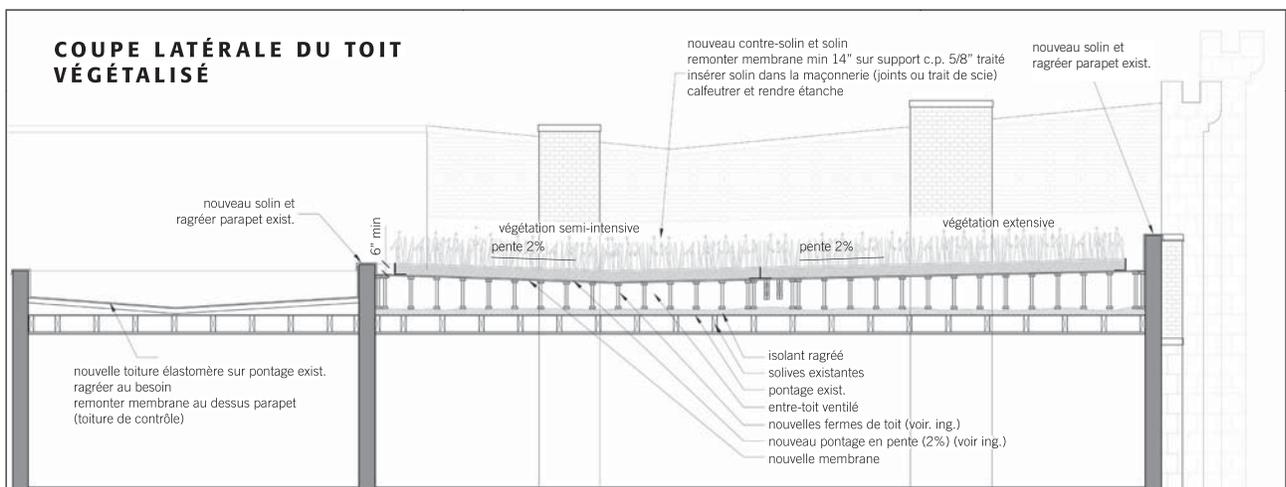
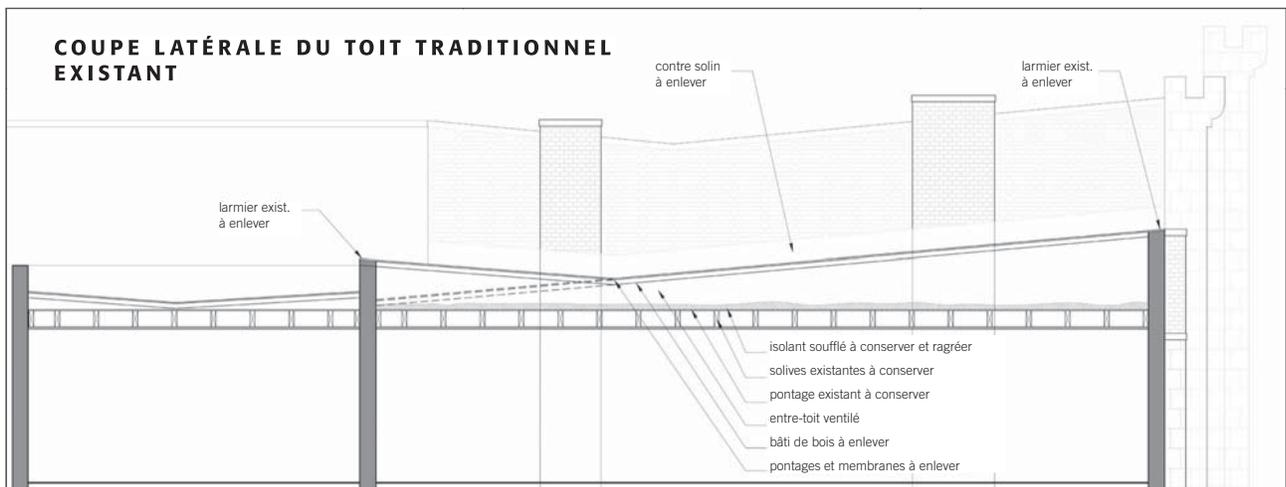
## 1. Choix des produits structurels

Afin d'élaborer le choix des produits qui formeront la nouvelle structure, l'ingénieur doit se concerter avec l'entrepreneur et l'architecte. Deux choix principaux se présentent :

- **Fermes de toit** : un ensemble de solives de bois ajourées préfabriquées sur mesure selon les spécifications du projet. La pente (2 %) du toit est inscrite dans l'ensemble des fermes de toit, ce qui rend l'installation assez simple. Ce choix exige que le relevé des conditions existantes du toit soit extrêmement précis. Les fermes sont préfabriquées d'une façon leur permettant d'être taillées sur quelques pouces seulement; la marge de manœuvre est donc très mince.
- **Poutrelles** : solives de bois ne détenant pas d'avance la pente de toit. La pente doit être réalisée directement sur les solives avant la pose du contreplaqué. Cette installation est donc plus complexe que dans le cas des fermes de toit, mais la longueur des solives donne plus de marge de manœuvre pendant l'installation.

Le choix des fermes de toit demande un travail moins compliqué que celui des poutrelles; par contre, il est plus coûteux.

Dans la construction résidentielle, les toits sont souvent ventilés afin d'éviter l'accumulation de l'humidité dans la maison. Le choix de solives, poutrelles ou fermes de toit doit tenir compte de la nécessité de dégager l'espace nécessaire pour assurer une ventilation saine de l'entretoit.



Pour le projet de démonstration, les fermes de toit préfabriquées ont été choisies pour des raisons de disponibilité du produit et de simplicité d'installation. Les fermes de toit sélectionnées sont produites par Toiture Mauricienne. Les mesures doivent être fournies au fournisseur suffisamment à l'avance pour garantir la préparation du produit dans les délais requis.

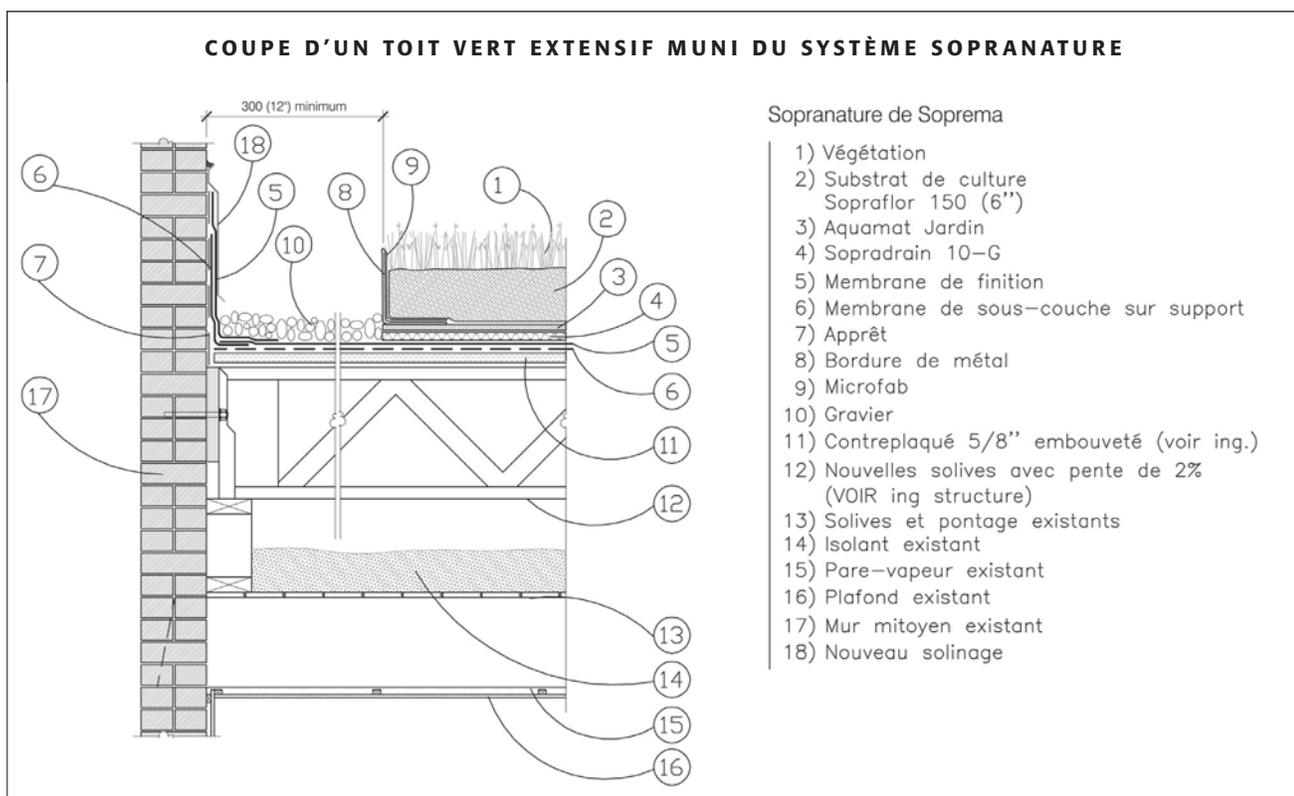
## 2. Choix des membranes d'étanchéité

Les membranes d'étanchéité servent à assurer l'imperméabilité de la toiture. Il est important de choisir les membranes appropriées. Il existe des fournisseurs spécialisés en étanchéité; parmi ceux-ci, certains sont des experts en toits verts. Soprema est parmi les fournisseurs qui offrent des produits bien indiqués pour le marché québécois des toits verts résidentiels à petite et grande échelles. Leur membrane d'étanchéité bi-couche est un des produits appropriés pour un toit vert résidentiel typique, et c'est la membrane sélectionnée pour le projet de démonstration.

## 3. Choix du système de végétalisation

Le système de végétalisation est un ensemble de couches remplissant plusieurs fonctions essentielles au bon fonctionnement du toit végétal. Il comprend plusieurs éléments, tels que :

- **panneau de drainage** : sert à assurer le drainage des excès d'eau de pluie et de fonte jusqu'au drain ou à la gouttière;
- **barrière anti-racines** : empêche les racines de pénétrer dans la membrane d'étanchéité tout en laissant passer l'eau et l'air;
- **matelas capillaire** : permet une rétention et une alimentation en eau;
- **géotextile** : membrane qui empêche le terreau léger de s'infiltrer dans les autres couches du système de végétalisation.



À l'usage dans le projet-pilote, le système Soprema se prêtant aux toits végétaux extensifs porte la marque de commerce Sopranature. Ses éléments fonctionnels sont incorporés dans trois produits distincts qui sont utilisés conjointement :

- **Sopradrain 10-G** : système de drainage composé d'un panneau gaufré de polystyrène et d'un tissu géotextile; épaisseur de 10 mm;
- **Aquamat Jardin** : matelas capillaire conçu pour la rétention d'eau et l'irrigation des toitures végétales et des terrasses-jardins, composé de quatre matériaux différents : une membrane anti-racine à la base, un système d'irrigation composé de six tubes goutte à goutte, un matelas capillaire pour la rétention d'eau et un géotextile qui retient le terreau léger au-dessus des autres membranes;
- **Microfab** : barrière de polyéthylène; inclus dans le produit Aquamat Jardin, cet élément est rajouté aux bordures pour empêcher la pénétration des racines et du terreau entre les bandes de matelas capillaire.

## 4. Choix des plantes et du terreau

Un toit vert extensif exige un terreau léger afin de minimiser la charge additionnelle sur le toit. Tout toit vert exige également un choix de plantes plutôt rustiques, afin d'en assurer la survie dans les conditions difficiles d'un toit. Le choix du terreau et des plantes dépend largement du choix d'un système avec ou sans irrigation.

Afin d'illustrer ces choix, le projet de démonstration incorpore un système irrigué et un système non irrigué dans un seul toit, divisé en deux sections par une barrière étanche. Le toit vert de démonstration contient donc deux types de terreau.

### 4.1 Système non irrigué

Dans le cas d'un système non irrigué, les plantes sélectionnées sont résistantes à la sécheresse, retenant elles-mêmes l'eau dont elles ont besoin. C'est le cas pour les variétés de sedum, plantes à feuilles grasses, ainsi que pour certains arbustes et fleurs. Dans ce cas, on choisit un terreau fortement minéralisé dont le contenu organique et la rétention d'eau sont faibles.

### 4.2 Système irrigué

L'irrigation permet un choix de plantes plus vaste, incluant graminées et autres vivaces variées, qui sont épargnées de la sécheresse estivale par l'irrigation. Afin de répondre aux plus grands besoins en apport d'eau de ces plantes, on choisit un terreau à contenu organique plus élevé, présentant une rétention d'eau plus grande.

Les entretiens avec le Service de l'incendie de Montréal ainsi que des recherches allemandes démontrent que l'usage de graminées est réservé aux toits munis de systèmes d'irrigation intégrés afin d'éviter la sécheresse.

À noter : le choix d'un système irrigué entraîne la nécessité d'installer une alimentation en eau au toit.



### 4.3 Liste des plantes

La sélection des plantes est confiée à des agronomes experts, dont les choix dépendent autant de la viabilité des plantes en fonction du climat et de l'environnement du toit que de leur disponibilité dans les pépinières. Pour cette dernière raison, il est déconseillé de miser trop fortement sur des plantes indigènes, peu disponibles sur le marché, bien que la forte rusticité de ces espèces puisse leur prêter un attrait supérieur. Néanmoins, le Centre d'écologie urbaine encourage une disponibilité grandissante des plantes indigènes sur le marché québécois et leur usage approprié sur les toits verts futurs. Fait à noter : certaines espèces très résistantes se prêtent tant au terreau irrigué qu'au terreau non irrigué.

L'achat des plantes se fait en pépinière; la commande doit être placée à l'avance. Il est important de commander un surplus de plantes, afin de pouvoir remplacer celles qui meurent, ne réussissant pas à s'établir dans leur nouvel environnement. Le taux de mortalité des plantes transplantées se situe habituellement autour de 10% après le premier hiver.

La liste des plantes sélectionnées pour le projet de démonstration a été élaborée par Marie-Anne Boivin, agr., et Christian Dufresne, agr.

ESPÈCE	NOM FRANÇAIS	TYPE DE PLANTE	NOMBRE DE PLANTES	SYSTÈME	
				IRRIGUÉ	NON IRRIGUÉ
1. <i>Syringa patula</i> Miss Kim	Lilas nain	Arbustes	29	x	x
2. <i>Calamagrostis x acutiflora</i> Karl Foerster	Calamagrostis	Graminées	34	x	
3. <i>Liatris spicata</i> Kobold	Liatride à épis	Vivaces	9	x	
4. <i>Lysimachia numularia</i> Aurea	Lysimaque	Vivaces	16	x	x
5. <i>Geranium x</i> Brookside	Géranium	Vivaces	55	x	x
6. <i>Hemerocallis</i> Stella Di Oro	Hémérocalle	Vivaces	34	x	x
7. <i>Artemisia schmidtiana</i> Silver Mound	Armoise	Vivaces	16		x
8. <i>Sedum spectabilis</i> Autumn Fire	Sedum	Vivaces	38		x

### 4.4 Plan de survie

L'horticulture est un art mais aussi une science. Afin d'assurer au toit vert sa survie dans le temps, il faut prendre en considération les points suivants en utilisant :

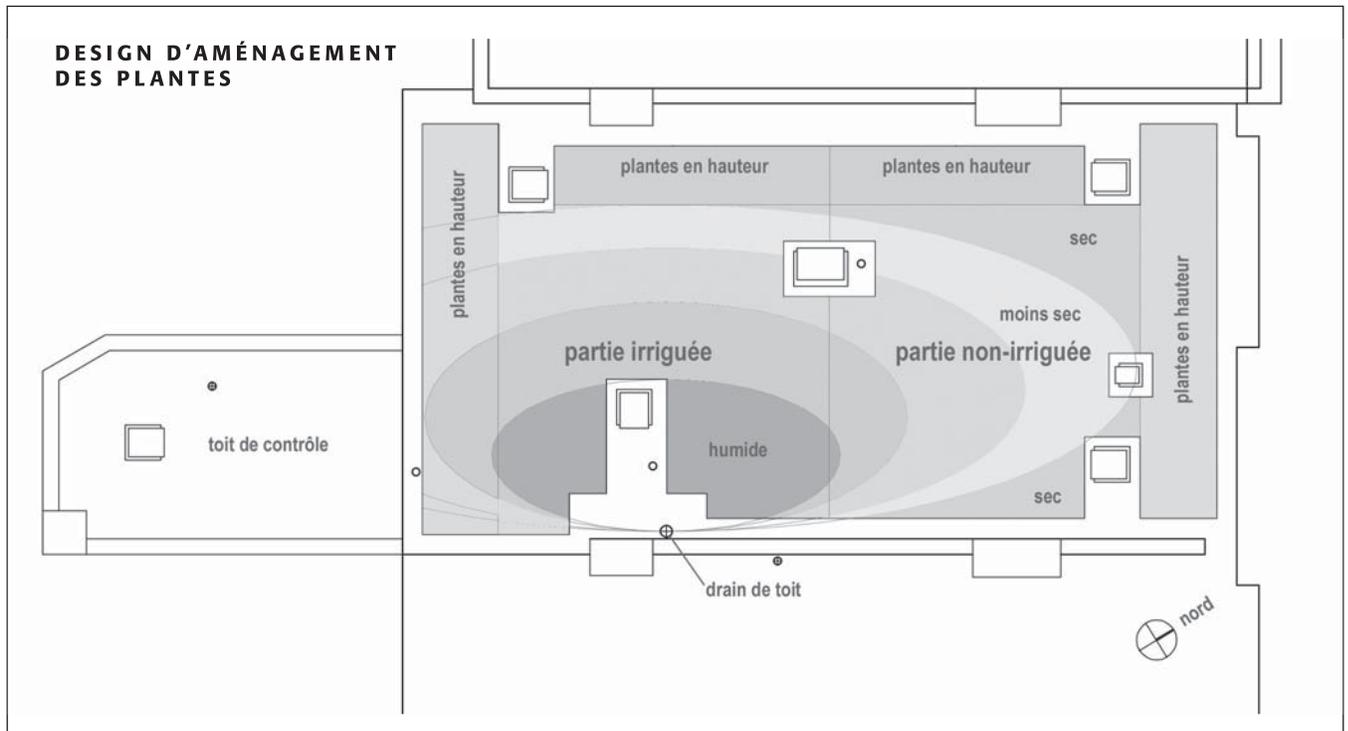
- des plantes saines et possédant un bon système racinaire;
- de la mycorhize pour favoriser la croissance rapide des racines;
- de l'eau la première année dans toutes les conditions pour favoriser l'installation des plantes; pour un système non irrigué, il faut arroser la première année;
- au besoin, un engrais à base d'azote pour accélérer la croissance des plantes; il ne faut pas utiliser de phosphore, de poudre d'os ou de transplanteur lorsque des champignons mycorhiziens sont utilisés;
- une taille sélective en fonction du type de toit végétalisé et des végétaux utilisés;
- un suivi annuel et le remplacement immédiat des végétaux morts ou peu vigoureux.

## 5. Design d'aménagement des plantes

Un aménagement attrayant rehausse la valeur du toit vert pour le voisinage. Cela dit, les valeurs esthétiques ne font pas unanimité. L'aménagement du toit vert de démonstration, élaboré en concertation par l'architecte, l'architecte paysager et les agronomes, vise à faire ressortir la pente du toit en plaçant les plantes hautes dans les parties élevées et les plantes basses dans les sections plus basses, alentour du drain. Les régions courbées prêtent une allure ondulée à l'espace vert, et le centrage des courbes autour du drain fait davantage ressortir la pente.

Le choix des plantes vise également à obtenir des floraisons tout au long de la saison estivale, ce qui assurera une variation de couleur du printemps à l'automne.

Le design d'aménagement du toit vert de démonstration a été conçu en équipe par Ron Williams, Owen Rose, Marie-Anne Boivin, agr., et Christian Dufresne, agr.



## 6. Soumissions des couvreurs et choix de l'entrepreneur

Afin d'obtenir les soumissions des couvreurs, l'architecte remet aux couvreurs potentiels les plans architecturaux. Afin de bénéficier de la garantie offerte par le fournisseur de la membrane d'étanchéité et du système de végétalisation, le couvreur chargé de son installation doit être certifié par le fournisseur. Cette certification est obtenue après une brève formation dans l'installation de la membrane et du système, offerte par un représentant du fournisseur.

Une multitude de couvreurs existe à Montréal; la qualité de leur travail varie énormément, tout comme les prix qu'ils demandent. La durabilité d'un toit vert dépend fortement de l'étanchéité de la membrane et d'un bon fonctionnement des composantes du système de végétalisation, notamment du panneau de drainage. C'est pourquoi il est recommandé d'embaucher un couvreur de bonne renommée dont la feuille de route inspire la confiance. Les sommes additionnelles investies pour engager un couvreur d'expertise sont de loin inférieures aux sommes que l'on aurait à débours en cas de dommages à l'édifice résultant d'une application fautive de la membrane ou du système de végétalisation.

Puisque les couvreurs doivent travailler de concert avec l'équipe de l'entrepreneur général, il est préférable de choisir un couvreur avec lequel l'entrepreneur a déjà une bonne relation de travail. Dans le cas du projet de démonstration, l'entrepreneur avait déjà une relation de confiance avec le couvreur choisi.

## 7. Réunion de l'équipe de construction

Une réunion de toute l'équipe de construction permet de coordonner les tâches et de résoudre les derniers détails ou problèmes. En particulier, il est important de s'assurer d'une répartition efficace des tâches entre les équipes d'ouvriers de l'entrepreneur général et du couvreur. Il importe également que l'entrepreneur et le couvreur s'assurent d'avoir tous les équipements et matériaux nécessaires à leur disposition sur le site.

## 8. Consultation auprès du Service de sécurité incendie

L'implantation des toits verts a des répercussions importantes sur le travail du Service de sécurité incendie de Montréal (SSIM). Les besoins opérationnels du SSIM sont affectés par la nature du toit; un toit végétalisé offre des conditions inhabituelles pour les interventions en cas de feu. C'est pourquoi l'équipe du projet de démonstration a consulté le SSIM en vue d'assurer l'admissibilité du projet en termes de sécurité et de besoins opérationnels.

Cette consultation a eu pour résultat l'interdiction d'inclure des espèces sensibles à la sécheresse ailleurs que dans un système irrigué, ce qui correspond à l'orientation de l'équipe chargée de choisir les plantes.

Autre résultat important de la consultation : l'obligation d'aménager dans le toit deux trappes de 36" x 36" (91 cm x 91 cm). En cas de feu dans l'édifice, celles-ci permettraient de ventiler le toit pour laisser échapper la fumée et l'air chaud. Cet aménagement pourrait se voir inclure dans la réglementation municipale attendue sur les toits verts. Il va sans dire que tous les intervenants dans les projets de toits verts ont intérêt à ce que le développement de cette pratique de construction écologique se prête aux besoins très importants du SSIM.

## 9. Échéancier détaillé des étapes de construction

Pour préparer et orienter le début des travaux, l'architecte élabore un échéancier détaillé des étapes à suivre sur le chantier de construction. Il est possible que des délais dans les travaux du premier jour causent des changements dans la séquence du travail. Il est recommandé de prévoir un échéancier plutôt ambitieux tout en se préparant à l'éventualité de délais pour pouvoir s'y adapter sans problème. Certains changements dans l'ordre des travaux fixé peuvent également survenir. Il peut être efficace pour l'équipe de travail de se livrer simultanément à de multiples tâches. L'échéancier représente donc une version idéale de la séquence des travaux.

### **Préparatifs**

- Prévoir un accès temporaire sécuritaire au toit en avant et en arrière ;
- Prévoir la protection contre la pluie en tout temps.

## 10. Finalisation des dessins de construction

Avant le début de la construction, l'architecte et l'ingénieur ajoutent les touches finales aux dessins de l'intervention structurelle et de l'état final du toit. Ces versions définitives des dessins du projet sont remises à l'entrepreneur et au couvreur et guident le travail des ouvriers sur le site.

# Jour 1

## Démolition

- Enlever les membranes et les solins existants ;
- Enlever le pontage existant ;
- Installer les garde-corps temporaires ;

## Préparation pour une nouvelle construction

- Préparer les ancrages des nouvelles fermes de toit ;
- Ragréer les parapets ;
- Prévoir le ragréage du mur coupe-feu ;

## Nouvelle construction

- Installer les nouvelles fermes de toit avec pente ;
- Ragréer l'isolant existant au besoin ;
- Installer le contreplaqué ;
- Prévoir les cols de cygne, les événements et la ventilation ;
- Appliquer les membranes d'étanchéité à froid
  - Couche d'apprêt
  - Sous-couche.

# Jour 2

- Installer la membrane de finition ;
- Monter / ragréer la maçonnerie du mur coupe-feu ;
- Installer les solins ;
- Ragréer le drain du toit pour la toiture végétalisée ;

## Sorties mécaniques

- Installer les cols de cygne et deux trappes de ventilation ;
- Installer les événements ;
- Installer le nouveau drain ;
- Monter le tuyau d'eau en arrière sur la façade avec robinets ;
- Nettoyer complètement le chantier.

# Jour 3

## Systèmes de végétalisation

- Prévoir la séparation métallique des deux systèmes ;

## Système irrigué

- Installer le Sopradrain 10-G ;
- Installer les bordures de métal ;
- Installer l'Aquamat Jardin ;
- Brancher l'Aquamat à la source d'eau ;
- Installer le substrat de culture (terreau léger) ;
- Installer les cailloux dans les zones indiquées ;

## Système non irrigué

- Installer le Sopradrain 10-G ;
- Installer les bordures de métal ;
- Installer l'Aquamat Jardin ;
- Installer le substrat de culture (terreau léger minéralisé) ;
- Installer le système d'irrigation temporaire et le relier à la source d'eau ;
- Installer les cailloux dans les zones indiquées ;
- Monter les plantes sur le toit ;

## Plantes - début de l'installation

- Nivelier le substrat de culture selon les règles de l'art ;
- Installer les plantes selon les dessins fournis ;
- Nettoyer le chantier ;

## Fin des travaux

- S'assurer que les systèmes d'arrosage sont bien branchés ;
- Enlever les garde-corps temporaires.





# IV. CONSTRUCTION

## J O U R

### 1. Préparatifs

#### 1.1 Planification de l'accès sécuritaire au toit en avant et en arrière

Il est nécessaire de prévoir l'accès au toit pour les ouvriers et le matériel de construction nécessaire.



Grue s'élevant depuis la ruelle arrière

##### 1.1.1 Accès des personnes

Les personnes devant être présentes sur le chantier doivent pouvoir se rendre sur le toit par un accès conforme aux dispositions du règlement sur la construction et la transformation de bâtiment de la Ville de Montréal. Le Service de sécurité incendie et la Direction de l'aménagement urbain et des services aux entreprises sont les entités municipales concernées; pour se renseigner, on peut consulter son bureau d'arrondissement.

##### 1.1.2 Accès du matériel

Il faut prévoir une façon de faire monter tout le matériel de construction nécessaire – outils de démolition, fermes de toit, contreplaqué, etc. – ainsi que les membranes, le système de végétalisation, le terreau et les plantes. Le moyen le plus pratique consiste à se servir d'une grue. Dans ce cas, il est préférable d'installer la grue dans la ruelle ou la cour arrière; il faut donc s'assurer à l'avance que l'espace disponible sera suffisant.

#### 1.2 Planification de la protection contre la pluie

L'installation d'un toit vert sur une toiture existante exige des travaux d'au moins deux, sinon trois jours. La démolition du toit existant rend l'édifice vulnérable aux intempéries; la météo devient un acteur principal dans le jeu. Il importe de choisir trois journées de météo parfaite pour effectuer les travaux; toutefois, les prévisions météorologiques n'étant pas complètement fiables, il est nécessaire de s'équiper pour éviter une catastrophe en cas de pluie. Il faut donc planifier l'installation d'une couverture imperméable temporaire au cas où il pleuvrait entre le début de la démolition (jour 1) et la fin de l'installation de la sous-couche d'étanchéité (jour 2).

### 2. Construction

Le premier jour des travaux débute avec la démolition du toit existant et se poursuit avec l'installation de la nouvelle structure qui portera la charge du toit vert. Idéalement, on vise à compléter la nouvelle structure et à y installer le contreplaqué et la sous-couche d'étanchéité la première journée, ce qui assure l'étanchéité de l'édifice au cours de la soirée. Par contre, cet objectif est probablement trop ambitieux; dans le cas du projet de démonstration, les travaux du premier jour se sont arrêtés après l'installation des ancrages pour les fermes de toit.

#### 2.1 Démolition

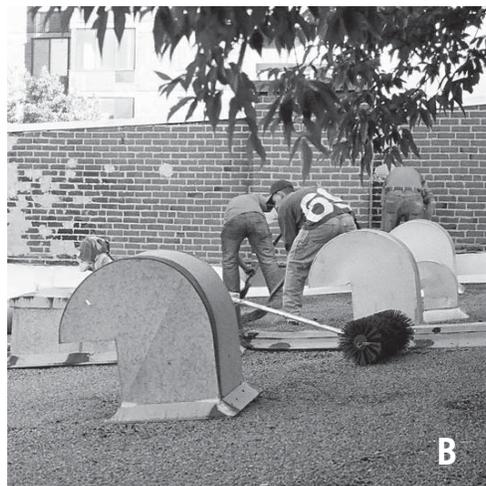
La première étape consiste à enlever la couverture ainsi que le pontage de bois du toit existant. La durée de la démolition est d'environ une demi-journée pour une équipe de huit ouvriers habiles.

Pour commencer, la grue s'installe dans la ruelle ou la cour derrière l'édifice. Entre-temps, les ouvriers installent l'accès temporaire au toit et les garde-corps temporaires. L'accès dans le cas du projet de démonstration se fait par une échelle montant du balcon à travers une trappe dans la galerie du balcon.

Les ouvriers se servent d'une scie à chaîne et de leurs mains pour enlever les morceaux de membrane et de gravier. Ensuite, ils découpent et enlèvent le pontage. Les rebuts sont chargés dans une cuve d'acier attachée à une grue et déchargés dans un conteneur à déchets.

Il faut faire preuve de prudence afin d'éviter d'endommager les sorties mécaniques. Il faut également s'assurer de ne découper que le pontage et de laisser intactes les solives qui reposent directement sur le plafond de l'étage supérieur.

Une fois la démolition terminée, on retrouve l'isolant reposant sur les solives du toit existant. Les murs mitoyens et de façade sont également dévoilés, ce qui permet d'en évaluer davantage l'état.



- A. Les ouvriers reçoivent la cuve pour se débarrasser des rebuts.
- B. Les ouvriers enlèvent le gravier de la couverture.
- C. Démolition du pontage existant.
- D. Pontage mi-démoli ; garde-corps et échelle visibles en arrière-plan.
- E. Solives existantes recouvertes d'isolant.





Les ouvriers enlèvent la membrane existante.



## 2.2 Préparation et installation des ancrages

Les ancrages sont des morceaux de fer-angle dans lequel sont percés des trous pour permettre leur fixation aux murs mitoyens. Un renforcement du support est assuré par des 2" x 4" de bois reposant directement sur les solives existantes du toit.

La première étape consiste donc à libérer les solives le long des murs mitoyens en repoussant l'isolant vers le centre du toit. Ensuite, les appuis qui supporteront les panneaux sont fixés aux solives. On installe ainsi une vingtaine d'appuis par mur. On dépose sur ces derniers trois rangées de panneaux, taillés selon les distances nécessaires. On peut découper une partie du troisième panneau pour contourner le drain du toit.

Les supports secondaires en place, on prépare le fer-angle d'ancrage. Celui-ci est taillé et troué à intervalles réguliers de 16" (40 cm) entre les trous. Ces trous accueillent les boulons qui s'insèrent dans les murs mitoyens. Le fer-angle troué est placé sur le support afin de percer les trous correspondants dans le mortier du mur mitoyen. Ensuite, on insère dans chaque trou un manche qui accueille le boulon et qui est fixé avec de la colle. Le fer-angle est alors placé sur le panneau et boulonné au mur mitoyen.

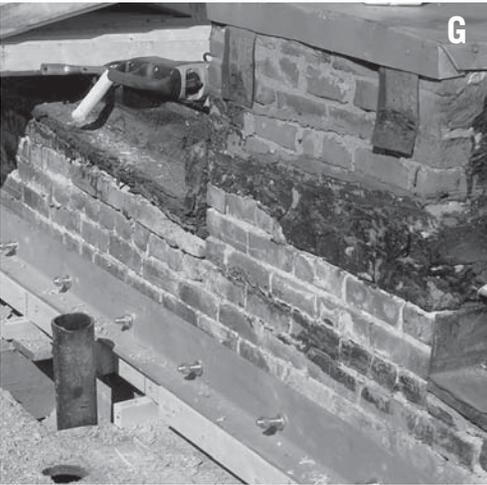


- A. Support secondaire aux ancrages assis sur les solives existantes
- B. 2" x 4" taillé à la longueur de l'édifice
- C. Fer-angle troué sur un support secondaire
- D. Perçage du mortier du mur mitoyen
- E. Manches insérés et collés dans les trous

### 2.3 Planification du ragréage du mur coupe-feu et des parapets

Dans le cas d'un mur coupe-feu non conforme, la réglementation exige qu'un mur conforme soit érigé lors de l'intervention. Il est probable que les parapets doivent eux aussi être ragrés. Ces opérations peuvent être complétées durant l'installation des fermes de toit ; il faut s'assurer de laisser libre l'espace requis lors de l'installation des ancrages.

C'est à la suite de l'installation des ancrages que s'est terminée la première journée des travaux du projet de démonstration. En raison de prévisions météorologiques parfaites, et en l'absence de nuages, il a été décidé de laisser le toit démolé à l'air libre. Toutefois, ce choix comporte évidemment des risques importants ; il est à conseiller seulement dans des conditions de certitude météorologique absolue constatée par une équipe d'expérience.



- F. Mur troué et équipé de manches pour les boulons
- G. Ancrage boulonné au mur
- H. Ancrage boulonné ; contour de cheminée
- I. Parapet à ragréer



# J O U R 2

## 2.4 Installation des fermes de toit

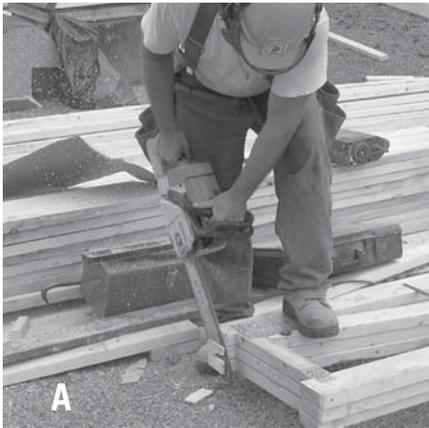
Lorsque les ancrages sont solidement en place, on procède à l'installation des fermes de toit. Comme pour tout le gros matériel, les fermes de toit sont hissées sur le toit à l'aide de la grue.

Les fermes de toit sont fabriquées sur commande pour former la pente du toit. Chaque ferme de toit étant donc unique, il importe de les placer au bon endroit. Avant de les installer, la distance entre les ancrages est mesurée et la ferme est taillée à la bonne longueur.

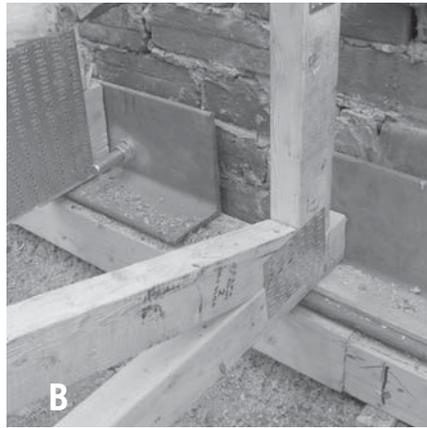
Pendant ces travaux d'installation, le mur coupe-feu non conforme est démoli pour être ragréé.



Fermes de toit hissées à l'aide de la grue



A



B

- A Fermes de toit taillées à la bonne longueur
- B. Ferme de toit reposant sur l'ancrage du mur mitoyen

Installation de la deuxième ferme de toit et démolition du mur coupe-feu





Il est pratique d'installer les premières fermes de toit aux abords d'une sortie mécanique et ainsi aménager le contour, ce qui demande de couper en deux une ferme de toit et de fixer les fermes à l'aide d'une structure de bois fabriquée sur place.

L'installation des fermes de toit se poursuit d'un côté du toit. De longues pièces de bois clouées aux fermes de toit les tiennent en place de façon temporaire.

Entre-temps, on prépare le ragréage du parapet avant.



- A. Démolition du mur coupe-feu
- B. Mur coupe-feu démolit
- C. Contour de sortie mécanique
- D. Détail d'aménagement du contour de sortie mécanique
- E. Ragréage du parapet avant.





Installation des fermes de toit

## 2.5 Installation du contreplaqué sur les fermes de toit

Lorsque les fermes de toit sont complètement installées sur une moitié du toit, les couvreurs peuvent installer le contreplaqué sur les fermes de toit sur le côté complété. Le contreplaqué est hissé à l'aide d'une grue. On prépare la pose du contreplaqué en appliquant de la colle de bois sur les fermes de toit. Le contreplaqué posé est ensuite fixé en place avec des clous.

Pendant ce temps, le ragréage du parapet avant se poursuit.

Lorsque le contreplaqué est en place le long du mur mitoyen, on fabrique et on installe un parapet de bois et un fond de clouage de contreplaqué sur lequel sera fixé le solin. Ce solin assurera l'étanchéité du toit à sa bordure.

Les sorties mécaniques sont aménagées à l'aide de trous dans le contreplaqué, de structure de bois et d'isolant de silicone.

Contreplaqué livré avec la grue



Contreplaqué cloué en place



Parapet avant ragréé



Parapet et fond de clouage complet



### 3. Installation des membranes d'étanchéité

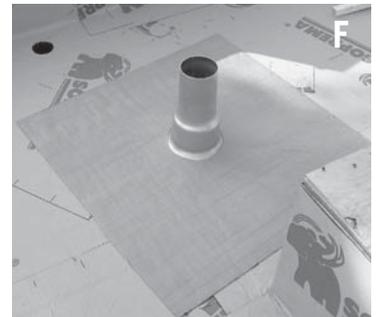
Une fois les fermes de toit complètement couvertes de contreplaqué, il est temps d'appliquer les membranes. La description de la démarche d'application des membranes n'inclut pas tous les détails pertinents et ne représente pas les règles de l'art en cette matière. Les fournisseurs de membranes et des systèmes de végétalisation offrent une formation sur leur installation aux couvreurs désirant obtenir la certification nécessaire pour l'obtention des garanties d'usage. Pour s'informer sur les bonnes pratiques en cette matière, consulter l'Association des maîtres couvreurs du Québec.

#### 3.1 Application de la sous-couche d'étanchéité

La sous-couche d'étanchéité s'appliquant à froid est livrée en rouleaux avec une couche qui se détache pour dévoiler la surface autocollante. Les rouleaux sont déroulés, mesurés et coupés avant d'être fixés au contreplaqué. Avant de recouvrir les bordures du toit, à côté des murs et des parapets et autour des sorties mécaniques, on applique une colle d'apprêt aux bordures afin d'en assurer une étanchéité absolue, étant donné que c'est à la bordure que les risques de fuite sont les plus grands.

Pendant ce temps, l'aménagement des sorties mécaniques se poursuit avec la confection de boîtes de bois pour les regroupements de tuyaux et l'application de la sous-couche aux abords des événements. L'étanchéité de ces endroits sensibles est assurée selon les règles de l'art.

Une fois la sous-couche complètement appliquée, les sorties mécaniques recouvertes et le drain central aménagé, le toit est étanche et peut être exposé aux intempéries sur une période de quelques journées. Tel a été le cas lors du projet de démonstration; la sous-couche a été appliquée le vendredi soir, l'étanchéité des bordures était assurée, et les travaux ont été interrompus pendant la fin de semaine. Une fin de semaine pluvieuse a suivi, ce qui n'a causé aucun problème lors de la reprise des travaux le lundi suivant grâce au drain central fonctionnel.



- A. Application de la colle d'apprêt à la bordure du toit
- B. Application de la sous-couche d'étanchéité et contour de tuyau
- C. Application de la sous-couche d'étanchéité à la bordure du toit
- D. Sous-couche couvrant la surface complète et le mur coupe-feu
- E. Boîte pour sorties mécaniques
- F. Événement entouré de sous-couche

**3.2 Aménagement des trappes de ventilation**

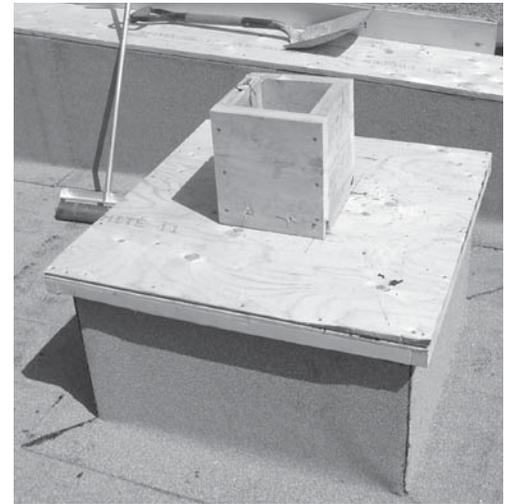
La dernière journée des travaux débute avec l'aménagement des trappes de ventilation, inclus dans les plans par suite de la collaboration avec le Service de sécurité incendie de Montréal. À noter : l'aménagement de ces trappes ne fait présentement partie ni des règles de l'art ni des exigences réglementaires pour l'installation d'un toit vert. Ces trappes constituent plutôt un moyen d'adapter le toit vert aux besoins opérationnels du SSIM.



Les deux trappes sont découpées dans le contreplaqué; deux boîtes sont construites aux dimensions données et sont installées dans les trous, et le tout est recouvert d'une sous-couche d'étanchéité.

Trou de trappe coupé dans le contreplaqué

Trappe de ventilation



**3.3 Application de la membrane de finition**

La membrane de finition s'applique directement sur la sous-couche. Elle peut aussi s'appliquer à froid, suivant une démarche semblable à celle de la sous-couche. Un apprêt distinct est appliqué aux bordures, selon la même logique que pour la sous-couche.

Pendant ce temps, les fonds de clouage pour les solins du mur élevé sont fabriqués, installés et recouverts d'une colle d'apprêt et de la sous-couche; il en va de même pour le parapet arrière.

Application de la membrane de finition aux abords d'une sortie mécanique



Application de la membrane de finition autour d'une sortie mécanique



Soudage de la membrane de finition autour d'une sortie mécanique







Application de la colle d'apprêt au fond de clouage du mur élevé



Application de la colle d'apprêt au parapet arrière

Entre temps, le béton est coulé pour reformer le mur coupe-feu. Cette étape se termine lorsque toutes les surfaces sont recouvertes de la membrane de finition et que les bordures sont bien soudées.

Membrane de finition complètement appliquée



## 4. Installation du système de végétalisation

Lorsque les membranes d'étanchéité sont posées, il est temps d'installer le système de végétalisation. La surface du toit de démonstration est divisée en deux parties : d'un côté se trouve le système irrigué et, de l'autre, le système non irrigué. La division centrale des systèmes et la délimitation de la surface végétalisée, par une bordure métallique, se font par-dessus la première composante : le panneau de drainage. Aucun élément fixatif n'est nécessaire pour tenir en place le panneau de drainage et le matelas capillaire; le poids du terreau et du gravier de bordure assure leur maintien en place.

### 4.1 Installation du panneau de drainage et de la bordure métallique

Le panneau de drainage Sopradrain 10-G est livré en rouleaux qui sont déroulés et mis en place. La superficie totale du toit est ainsi recouverte; on découpe dans les rouleaux des morceaux de la bonne dimension. Le côté gaufré est placé face vers le bas, et la couche de géotextile vers le haut. Pour contourner les sorties mécaniques, des morceaux de la bonne dimension sont découpés. Les rangées de panneaux se chevauchent légèrement afin d'assurer un bon drainage.

En même temps, on prépare la bordure métallique selon les longueurs nécessaires. Cette bordure est faite en aluminium à angle droit taillé et plié. Au fur et à mesure que l'installation du panneau avance, la mise en place de la bordure métallique se poursuit en suivant des lignes tracées sur le panneau, selon les plans. Le recul de 18" (45 cm) des murs mitoyens et des parapets accueille les cailloux. Le poids du terreau et des cailloux garde la bordure en place.

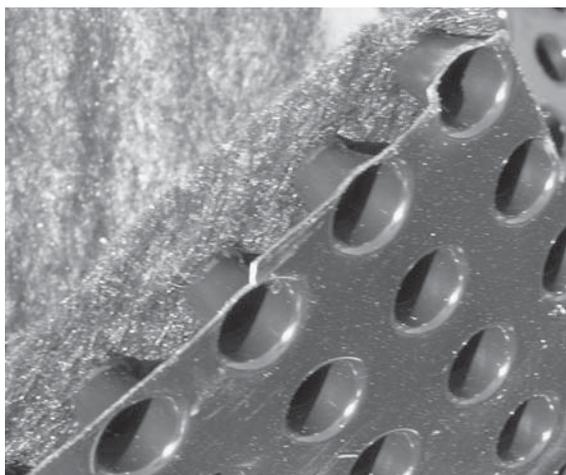
Selon le devis de Soprema, un recul de 12" (30 cm) suffit pour les aménagements de toits verts, mais sur l'avis du SSIM, un recul de 18" (45 cm) à partir des murs mitoyens (coupe-feu) est aménagé dans le projet de démonstration.



Installation du panneau de drainage



Vérification de la distance de recul de la bordure métallique



Détail du panneau de drainage

Le drain central est équipé d'un grillage et le panneau est découpé pour le contourner.

Une fois la surface complètement recouverte et la bordure métallique en place, délimitant la zone végétalisée et divisant au milieu les systèmes irrigués et non irrigués, il est temps d'installer la seconde composante du système de végétalisation.

#### 4.2 Installation du matelas capillaire multicouche

Le même matelas capillaire Aquamat Jardin est installé des deux côtés de la division centrale. Du côté irrigué, les tuyaux intégrés sont branchés à l'alimentation en eau alors que les tuyaux du côté non irrigué ne le sont pas. L'alimentation en eau peut se faire par tuyau d'arrosage sur une base temporaire, en attendant l'installation d'une alimentation permanente.

Le matelas capillaire est déroulé, découpé et placé de la même façon que le panneau de drainage. Les bandes se chevauchent pour bien couvrir toute la superficie. Les tuyaux coupés sont reliés ensemble à l'aide de segments de tuyau supplémentaires. Du côté irrigué, le tuyau interne est relié à un tuyau intermédiaire, qui sera ensuite branché à un contrôleur d'irrigation, un filtre et un régulateur de pression ainsi qu'à l'alimentation. Aux interfaces entre les bandes de matelas capillaire et aux bordures de la région végétalisée, on colle des bandes de Microfab pour bien empêcher l'infiltration de racines et de terreau.



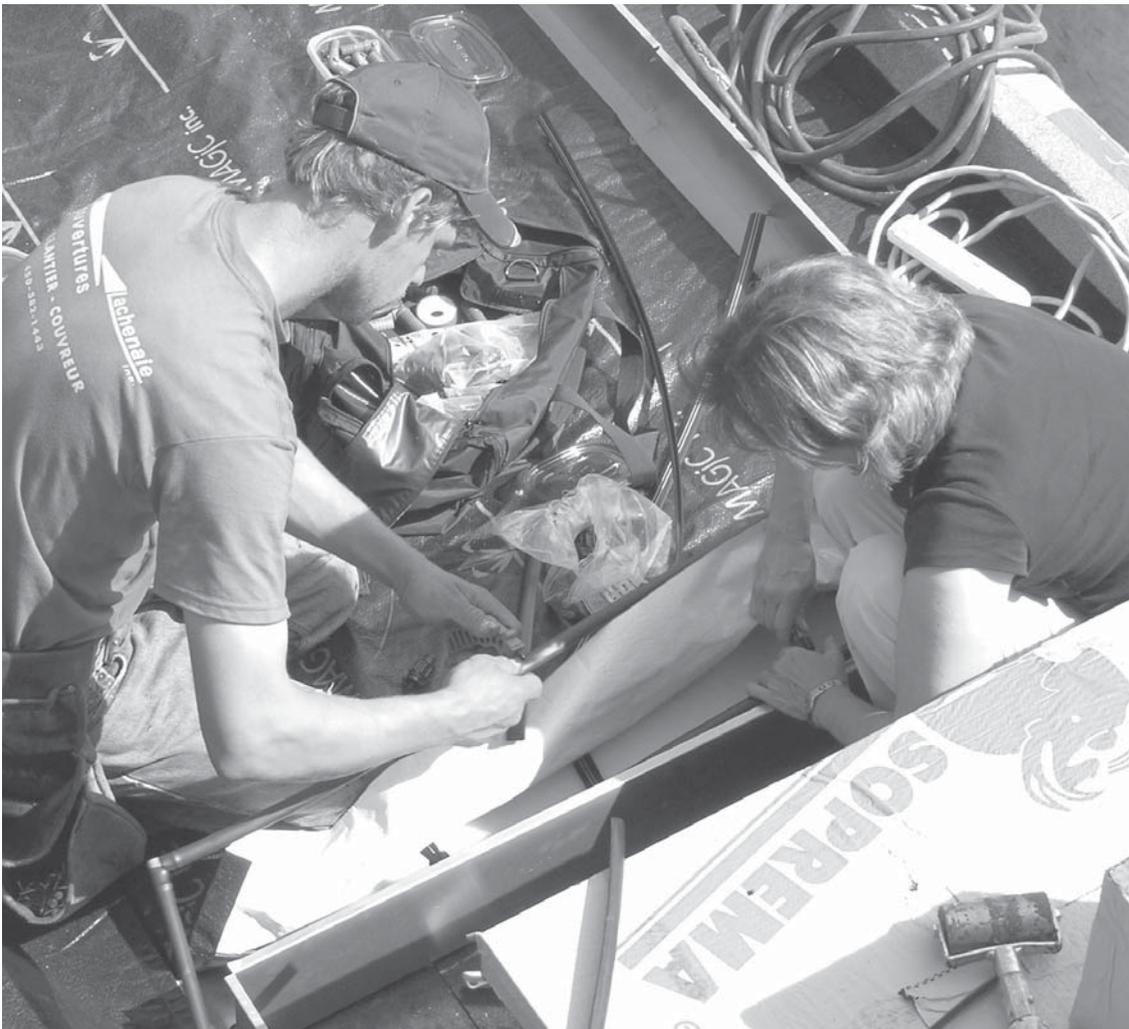
Matelas capillaire déroulé et taillé

Installation du matelas capillaire et branchement du tuyau d'irrigation

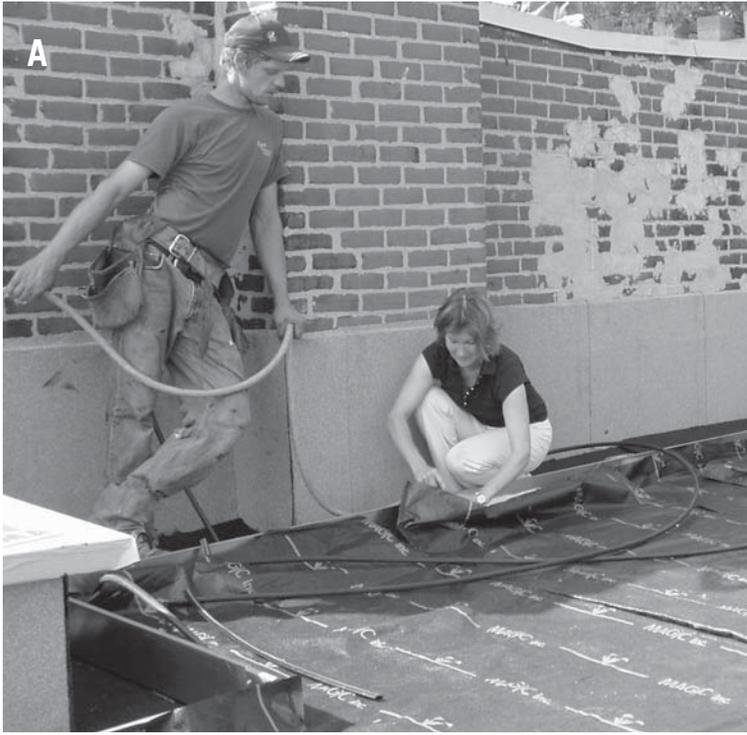




Bordure en aluminium divisant le toit en deux et entourant les sorties mécaniques



Branchement du tuyau interne au tuyau intermédiaire



A. Branchement des tuyaux internes  
 B. Branchement du tuyau d'irrigation au régulateur  
 C. Bande de barrière antiracine collée à l'interface entre les bandes de matelas

## 5. Terreau et plantes

Lorsque le matelas capillaire est en place, le toit est prêt à accueillir le terreau et les plantes.

### 5.1 Terreau

Le terreau est monté en sacs à l'aide de la grue. Le terreau fortement minéralisé est déposé du côté non irrigué; le côté irrigué reçoit le terreau à contenu organique.

Les cailloux sont placés sur quelques pouces de profondeur dans les bordures sur les côtés et autour des sorties mécaniques.

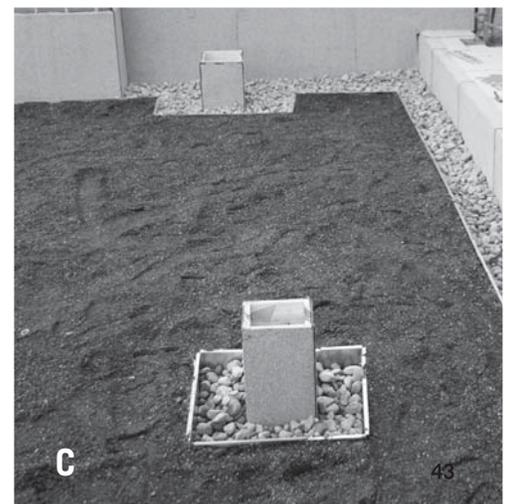


Étalement du terreau sur le côté non irrigué

Étalement du terreau



- A. Gravier livré sur le toit
- B. Gravier déposé en bordure
- C. Terreau et gravier





Plantes livrées sur le toit



Nivelage du terreau

## 5.2 Plantes

Lorsque le terreau et le gravier sont en place, on prépare le site pour la plantation des vivaces. En premier lieu, on passe un râteau pour niveler le terreau. Ensuite, les limites des zones définies dans le plan d'aménagement sont indiquées au sol à l'aide de peinture. Les plantes en pots sont alors placées dans leurs zones respectives.

Délimitation des zones des plantes





Lilas nains en pots placés dans leur zone

Les racines des plantes ne doivent pas dépasser les six pouces du terreau; c'est pourquoi les racines sont taillées à la bonne longueur. Un champignon mycorhizien est saupoudré dans le trou de plantation et la plante y est déposée. Les plantes en surplus sont placées en bordure sur une base temporaire, en attendant qu'elles soient utilisées pour remplacer les plantes qui meurent.

Le taux de mortalité peut s'élever à 10 % dans les transplantations, incluant les pertes survenues le premier hiver. Dans le cas du toit vert de démonstration, le taux de mortalité a été bien inférieur à la normale et ce, malgré une forte canicule.

Plantation des lysimaques





Plantation en cours







## 6. Touches finales de construction

Les dernières touches à apporter concernent les solins métalliques des bordures et l'aménagement des cols de cygne avec grillage aux sorties mécaniques. Ces touches finales donnent un toit vert durable et attrayant.



Lysimaques et géraniums des deux côtés de la division centrale



Abeille sur toit vert



# V. ENTRETIEN

Un minimum d'entretien fait partie des critères essentiels du toit vert extensif. Il est tout de même très important d'assurer un entretien suffisant pour que le toit vert soit durable et qu'il remplisse sa fonction écologique.

## 1. Période d'implantation initiale

Un entretien accru est nécessaire dans les deux mois suivant la plantation, période d'établissement des plantes.

### 1.1 Santé des plantes

La période subséquente à l'installation du toit vert demande un entretien fréquent. Il faut que les plantes s'établissent de façon vigoureuse et saine afin de permettre au toit de rester vert. La durée et l'intensité de cette période d'entretien accru varient selon la période de l'année où se déroule la plantation.

Si les plantes sont enracinées au milieu de l'été, comme ce fut le cas pour le projet de démonstration, elles doivent s'adapter rapidement à un environnement hostile marqué par une grande chaleur et un climat sec. Afin de prévenir le choc thermique que peuvent provoquer ces conditions, il faut arroser les plantes fréquemment et abondamment, soit deux fois (matin et soir) par jour pendant trente minutes au cours des deux premières semaines. Cette fréquence peut varier en fonction de la précipitation; l'important est de s'assurer que le terreau demeure humide. À la fin de chaque session d'arrosage, le terreau devrait être assez humide pour que de l'eau s'écoule lorsqu'on le presse dans la main.

Au cours des six semaines suivantes, un arrosage une fois par jour ou aux deux jours devrait suffire à prévenir le stress hydrique. Il s'agit donc d'un total de huit semaines d'arrosage fréquent lorsque la plantation se déroule au milieu de l'été, qui est la période d'adaptation la plus difficile. À noter : une pluie abondante remplace un arrosage. En cas de doute, on peut simplement tâter le terreau pour en sentir l'humidité.

Pour un système non irrigué, cet arrosage se fait à l'aide d'un tuyau d'arrosage tenu à la main ou d'un arrosoir automatique. Pour le système irrigué, l'arrosage peut se faire par le système d'irrigation intégré, en réglant son régulateur automatique.

Arrosage des plantes



Malgré ces efforts, un certain nombre de plantes peuvent mourir. Une certaine perte est normale, et c'est pourquoi on s'y prépare en obtenant une quantité supplémentaire de plantes. Des inspections visuelles fréquentes permettent de déceler ces pertes aussitôt que possible, et de remplacer les plantes mortes avec les plantes de surplus. L'importance de remplacer rapidement les pertes s'explique en partie par la nécessité de prévenir l'invasion de mauvaises herbes dans les espaces vacants par transmission aérienne de graines portées par le vent.

Une plantation durant une saison moins chaude et davantage pluviale – le printemps - offre des conditions beaucoup plus favorables. Cette situation exige bien moins d'arrosage, étant donné un risque négligeable de choc thermique et un arrosage naturel abondant. Une inspection fréquente durant les semaines initiales est quand même recommandée.

L'objectif dans la première année est de permettre aux racines de s'incruster dans le sol afin de faire face à l'hiver.

Quelle que soit la saison durant laquelle se déroule la plantation, il est important de faire des inspections visuelles fréquentes durant les premières semaines suivant celle-ci. Ces inspections permettent de déterminer la santé des plantes.

## 1.2 Fertilisation

Il est recommandé d'épandre une certaine quantité de fertilisant au cours de la saison de plantation. Toutefois, il est dangereux d'épandre l'engrais lors de chaleurs intenses. Si on a planté à l'été, il faut attendre des journées de moins de 24° C pour appliquer le fertilisant.

Tout fertilisant contient des composés – azote, phosphore, etc. – qui peuvent causer des problèmes écologiques lorsqu'ils s'écoulent dans les cours d'eau. En particulier, l'usage intense d'engrais dans les régions agricoles est tenu responsable de l'eutrophisation des cours d'eau, phénomène par lequel la faune aquatique meurt au profit d'une abondance d'algues voraces en oxygène. Ce phénomène se produit aussi en milieu urbain. Il est donc important de contrôler l'usage d'engrais en fonction des besoins et des disponibilités naturelles des plantes utilisées sur les toits. Un engrais biologique est utilisé afin de minimiser l'impact écologique.

## 2. Entretien à long terme

Après la période de plantation initiale, si tout va bien et si les plantes sont en santé, on peut se féliciter d'avoir accompli son travail. Par contre, une certaine vigilance sera toujours nécessaire. Des visites d'entretien s'imposent sur une base occasionnelle – environ quatre à six fois par année. Lors de ces visites, le résidant s'affairera à :

### Désherber

- Les mauvaises herbes envahissantes peuvent rivaliser pour l'espace, l'eau et les nutriments avec les plantes utilisées. Certaines mauvaises herbes, dont l'herbe à poux, produisent des pollens allergènes; d'autres sont sans danger, mais sont si agressives qu'elles peuvent envahir un jardin au complet. C'est pourquoi il est important de déraciner toute mauvaise herbe que l'on repère lors des visites, surtout les plantes ligneuses (arbres) dont certaines semences peuvent être transportées par le vent sur plusieurs kilomètres.
- Si l'on suit les recommandations relatives à l'eau et à l'engrais pour maintenir un toit vert sain, les mauvaises herbes ne devraient pas poser de problème; en général, celles-ci profitent de jardins en piètre santé pour remplacer les plantes malades et envahir l'espace.
- Pour ce qui est des petits arbres qui poussent lorsque tombent les samares des érables, ils peuvent menacer le toit lors de la germination et de la croissance des plantules; il est donc recommandé de les déraciner lorsqu'ils sont jeunes et faciles à déloger.

### Débloquer le drain

Comme pour un toit traditionnel, un blocage de drain ou de gouttière peut causer de graves problèmes en cas d'accumulation d'eau. Lors des visites d'entretien, on doit donc s'assurer de libérer l'entrée du drain ou de la gouttière de toute matière qui pourrait empêcher l'écoulement d'eau.

## 3. Préparation pour l'hiver

Deux tâches importantes s'imposent en préparation à la saison froide.

- **Débrancher le système d'irrigation (pour un système irrigué) :**  
Pour empêcher des dommages reliés au gel, le robinet d'eau doit être fermé avant l'hiver. La section du tuyau d'irrigation partant du robinet vers la ligne d'alimentation des matelas capillaires, incluant le contrôleur d'irrigation, le filtre et le régulateur de pression, doit être drainée. Ceci peut se faire en ouvrant le bouchon du filtre. Il est conseillé d'enlever la pile du contrôleur et de la remplacer au printemps.
- **Ramasser les feuilles tombées :**  
En ramassant les feuilles tombées à l'automne, on évite la propagation des spores provenant de maladies fongiques apparues sur les feuilles des végétaux au cours de la saison estivale. En cours de saison, il est important de vérifier la régie de culture en fonction des conditions climatiques du moment. Certaines maladies peuvent se propager. Il faut donc vérifier auprès d'un professionnel en horticulture quel est le traitement idéal.

## 4. Au printemps

Au printemps, il est important de tailler les plantes, pour qu'elles repoussent en santé au cours de la saison de croissance. De cette façon, les plantes colonisent graduellement toute la surface de terreau du toit, augmentant la surface recouverte un peu chaque année. En taillant les plantes au printemps plutôt qu'à l'automne, on laisse une masse végétale sur le toit vert qui contribue à retenir la neige et ainsi à protéger les racines du froid hivernal.

Certains sedums peuvent être taillés jusqu'à la tige près du sol; ils repousseront très vite. Pour les autres plantes, seules les parties brunes ou mortes sont taillées pour éviter l'installation de maladies ou d'insectes. Un suivi phytosanitaire serré assure la santé des plantes et évite l'utilisation de produits antiparasitaires.



# Conclusion

L'avenir des toits verts à Montréal paraît prometteur. Le projet de démonstration du Centre d'écologie urbaine fournit un exemple concret à suivre. Dans les années à suivre, la publication des résultats des recherches scientifiques ainsi que la volonté de verdissement des citoyens encourageront gouvernements, administrations publiques et entreprises à mettre en place des incitatifs à l'implantation des toits verts. De plus, les percées technologiques à venir devraient mener à une diminution de l'intensité et des coûts des travaux nécessaires pour l'installation des toits verts.

Dans plusieurs villes du monde, notamment en Europe, mais aussi aux États-Unis et au Japon, les toits verts sont devenus une composante normale du panorama urbain. Ces villes tirent maintenant des bénéfices écologiques et économiques de cette orientation technologique. Montréal s'engage dans cette tendance mondiale un peu tardivement. Le développement de l'industrie des toits verts de Montréal se fera à son rythme propre, tout en bénéficiant des leçons apprises sur le plan international durant les quatre dernières décennies. Voilà un exemple de développement économique qui contribuera à rehausser la qualité de vie de tous les citoyens.





# Ressources supplémentaires

Centre d'écologie urbaine.....	www.ecologieurbaine.net
Green Roofs for Healthy Cities.....	www.greenroofs.org
Société canadienne d'hypothèques et de logement.....	www.schl.ca
Des jardins sur les toits.....	www.rooftopgardens.ca
Owen Rose.....	www.ecosensuel.net
Association des maîtres couvreurs du Québec.....	www.amcq.qc.ca

## Liste des publications

disponibles au Centre d'écologie urbaine/SodecM  
(Société de développement communautaire de Montréal)

### EN FRANÇAIS :

- **La vie démocratique montréalaise, Une revue critique des grands dossiers** ..... 5 \$  
Luc Dancause-Martin Éthier-Ghislaine Sathoud;  
SodecM, 2002; 114 pages.
- **Le budget annuel de la Ville de Montréal et notre avenir, Le continuum démocratique budgétaire** ..... 5 \$  
Martin Éthier; SodecM, 2004; 32 pages.
- **L'important, c'est de Participer, Guide de participation civique montréalaise à l'intention des citoyen(ne)s** ..... 5 \$  
SodecM, 2004; 44 pages.
- **Manuel de l'éco-logis** ..... 5 \$  
Groupe-ressource en éco-design (GRED),  
SodecM, 2002; 68 pages.
- **Porto Alegre : Les voix de la démocratie - Vivre le budget participatif** ..... 27 \$  
Ouvrage collectif réalisé à l'initiative de l'association Solidariedade; Éditions Syllepse, 2003; 178 pages avec photos.
- **Pour que Montréal vous appartienne Guide à l'intention des intervenant(e)s communautaires** ..... 10 \$  
Rosa Pires; SodecM, 2004; 43 pages.
- **La participation des organismes communautaires montréalais à la sphère municipale : Regard sur les pratiques et les stratégies des organismes qui oeuvrent auprès des communautés ethnoculturelles, des femmes et des organismes qui interviennent sur les enjeux urbains** ..... 20 \$  
Anne Latendresse, Jérôme Messier et Geneviève Grenier; 2004; 165 pages.
- **Toitures vertes à la montréalaise Rapport de recherche sur l'implantation des toits verts à Montréal** ..... 20 \$  
Maude Landreville; 2005; 106 pages.

### IN ENGLISH :

- **Budgets and Blueprints – Using Community Action Plans and Devolved Budgets to Engage with Residents in Salford (UK)** ..... 2 \$  
Community Pride Initiative, 2004; 22 pages.
- **Building a Democratic City, How Participatory Budgeting Can Work in Toronto** ..... 5 \$  
Josh Lerner (University of Toronto); SodecM, 2004; 60 pages.
- **Building a People's Budget – Report of the Salford (UK) Budget Matrix Study** ..... 2 \$  
Josh Lerner (University of Toronto); Community Pride Initiative, 2003; 20 pages.
- **Green-Up Manual** ..... 5 \$  
Eco-design Resource Group (GRED), SodecM, 2002; 68 pages.
- **Planning For A Sustainable Montreal** ..... 5 \$  
Collective research work prepared for SodecM;  
SodecM, 2001; 76 pages.





# Projet-pilote de toit vert À la Coopérative la Petite Cité

Information : (514) 281-8381

## L'équipe de réalisation :

- Owen Rose** ..... architecte stagiaire, responsable du projet
- Daniel Smith** ..... architecte, Smith Vigeant architectes
- Tom Egli** ..... ingénieur, EGP Experts-Conseils
- Marc Legault** ..... entrepreneur général, L'Entremise
- Josée St-Denis** ..... couvreuse, Couvertures Lachenaie
- Marie-Anne Boivin** ..... agronome, représentante, Soprema
- Christian Dufresne** ..... agronome, Centre de formation horticole de Laval
- Ronald Williams** ..... architecte paysagiste, Université de Montréal

## Autres membres de l'équipe :

- Stephan Archambault** ..... chef de section, Sécurité incendie – Ville de Montréal
- Michel Bergeron** ..... ArchiBio
- Pascal Caron** ..... ingénieur, Sécurité incendie – Ville de Montréal
- Claire Frost** ..... chargée des communications, Centre d'écologie urbaine
- Denis Gingras** ..... représentant, Hydrotech
- Ismaël Hautecoeur** ..... architecte paysagiste, Jardins sur les toits – Alternatives
- Lucia Kowaluk** ..... coordonnatrice, Centre d'écologie urbaine
- Daniel Lauzon** ..... architecte paysagiste, Parcs et espaces verts – Ville de Montréal
- Xavier Laplace** ..... bénévole
- D<sup>re</sup> Karen Liu** ..... chercheuse, CNRC
- Jacob Nerenberg** ..... chargé de projet, Centre d'écologie urbaine
- Élizabeth Radshaw** ..... réalisatrice de documentaire
- Marie Tourville** ..... représentante, Coopérative d'habitation La Petite Cité
- Jeanne Wolfe** ..... urbaniste, Université McGill

**Nos partenaires financiers**




**FOUNDATION**  
Building Affordable Healthy Homes



**ecoACTION**  
Environnement Canada • Environment Canada  
Aider les collectivités à créer un environnement sain  
Helping communities create a healthy environment



Environment Canada



Environment Canada



**Montréal** 

Fondation Aléong

**Nos commanditaires et collaborateurs**














**SMITH VIGEANT architectes**

Concept Engineering  
Hydrotech  
Imprimerie Tom Desmarais  
Hilti Corp.

**Nous adressons également  
nos remerciements à tous les  
bénévoles.**







Un projet réalisé dans un esprit écologique et communautaire. C'est notre souhait que le projet serve de modèle à toutes sortes de réalisations écologiques futures à Montréal.

