

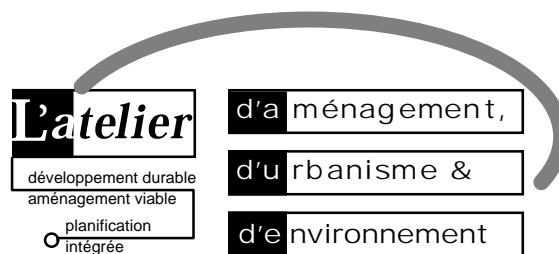


Milieu urbain et gestion de l'eau au Québec

Mémoire présenté au Bureau des Audiences publiques sur l'environnement
(BAPE) dans le cadre de la Consultation publique sur la gestion de l'eau au
Québec



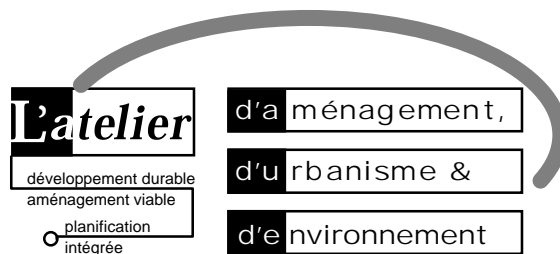
L'Atelier d'aménagement, d'urbanisme et d'environnement



Novembre 1999

« Nous n'héritons pas la terre de nos ancêtres, nous l'empruntons
à nos enfants »

Saint-Exupéry



L'Atelier est un organisme à but non lucratif qui offre des services de consultation, élabore des produits pour la formation/sensibilisation et participe au développement de projets dans les domaines de l'aménagement et de l'environnement. Dans sa pratique professionnelle, L'Atelier intègre et applique les notions de développement durable.

L'Atelier d'aménagement, d'urbanisme et d'environnement, 1998
1085, Salaberry, Québec, Québec, G1R 2V7, 522-5861



Coordination et rédaction : Jérôme Vaillancourt

Rédaction : Rémi Guertin

Révision : Ann Bourget
Caroline Brodeur

Novembre 1999

Table des matières

1.	L'imperméabilisation des sols en milieu urbain: une cause de la contamination des eaux.....	5
1.1	Introduction	5
1.2	Le ruissellement urbain: à l'origine de la pollution des cours d'eau	6
1.2.1	L'érosion des berges.....	6
1.2.2	Les débordements sanitaires	6
1.2.3	D'autres sources de pollution	8
1.3	La problématique de la rivière Saint-Charles.....	8
1.4	L'objectif du présent mémoire	9
2.	Différentes solutions aux problème du ruissellement en milieu urbain	10
2.1	Introduction	10
2.2	Les principes de contrôle du ruissellement en milieu urbain.....	10
2.3	Les bassins de rétention: intérêt et faiblesses.....	11
2.3.1	Présentation.....	11
2.3.2	Effets des bassins sur la qualité des eaux	12
2.3.3	Limites et faiblesses des bassins de rétention	13
2.4	La solution du toit végétal	15
2.4.1	Introduction	15
2.4.2	Conception et types de toits végétalisés	17
2.4.3	Avantages et intérêts	17
2.4.4	Questions et incertitudes soulevées par la technique des toits végétaux	19
2.4.5	Efficacité des toits verts à limiter les intrants dans le cycle urbain de l'eau	20

2.5	Vers d'autres solutions alternatives.....	26
2.5.1	Principes	26
2.5.2	Les tranchées et les puits d'infiltration et les noues	26
2.5.3	Les pavés poreux et l'interbloc ajouré	27
2.5.4	Le nettoyage mécanique des chaussées	28
2.5.5	Le traitement préalable des rejets industriels	28
2.5.6	L'amélioration du réseau.....	28
2.5.7	Quelques solutions supplémentaires	29
2.5.8	L'alternative fiscale et réglementaire (zonage).....	30
2.6	En somme.....	32
3.	Le projet de la Ville de Québec: forces et faiblesses	32
4.	Conclusion et recommandations.....	34
4.1	Conclusion	34
4.2	Recommandations	35

Annexes

Annexe 1: le cycle urbain de l'eau.....	37
Annexe 2: les polluants contenus dans l'eau de pluie, dans l'eau de ruissellement et dans la Saint-Charles	38
Annexe 3: tableau récapitulatif des différentes alternatives pour minimiser les intrants d'eau dans les systèmes d'évacuation.	41
Annexe 4: le projet Le Breton Flats	43

1. L'imperméabilisation des sols en milieu urbain: une cause de la contamination des eaux

1.1 Introduction

La circulation de l'eau entre les grands domaines terrestres (atmosphère, cryosphère, hydrosphère, lithosphère, biosphère) est assurée par le cycle de l'eau. Ces grands domaines «échantent en permanence de l'énergie, de l'eau et de la matière, recyclant ainsi l'énergie venue du soleil» (Tabeaud, 1998, 8). De façon simplifiée, le cycle de l'eau prend à peu près la forme suivante: l'eau évaporée est mise en circulation dans l'atmosphère par les vents. Sa précipitation sur la lithosphère la fait interagir avec les éléments minéraux (météorisation, érosion, etc.). Cette eau circule par les lacs, les rivières et les nappes phréatiques. Une partie de cette eau est donc absorbée tandis que l'autre circule en surface. Enfin, l'eau est à nouveau évaporée et le cycle recommence.

Dans le domaine de la lithosphère, l'eau précipité ne retourne donc pas totalement (ou directement) au réseau hydrographique. Généralement, en milieu naturel, seulement 10% de l'eau précipitée ruisselle en surface, le reste est soit absorbé par le sol (50%) ou est soit évaporé (chaleur latente et évapotranspiration: 40%) (Hough, 1995, 40). Ces données — moyennes il va s'en dire — varient selon les conditions édaphiques de chaque milieu. Les sols ralentissent donc la circulation de l'eau dans la lithosphère. Ils agissent comme un «mécanisme» de régulation et influencent donc, selon leur nature, le régime des eaux. Bien entendu, ce «mécanisme» de contrôle des débits possède une limite. Lors de fortes pluies, les quantités d'eau précipitées sont parfois telles que le sol ne parvient tout simplement pas à absorber suffisamment d'eau: il y a alors érosion. Il en va de même au printemps, où les sols deviennent saturés en eau par la fonte des neiges. Dans de telles situations, les débordements et les inondations des terres basses permettent une certaine régulation des débits. Les milieux naturels présentent donc des mécanismes qui régularisent, à l'intérieur de certaines limites, la circulation des eaux de surface.

En milieu urbain, l'imperméabilisation des sols (voies de circulation, édifices, stationnements, déboisement massif, etc.)

Effet de l'urbanisation sur le cycle de l'eau	Milieu naturel	Milieu urbain
Ruissellement/évacuation	10%	43%
Évapotranspiration	40%	25%
Absorption	50%	32%

(Source: d'après Hough, 1995, 40)

court-circuite le cycle de l'eau¹. L'absence de surfaces capables d'absorber l'eau fait en sorte qu'elle se retrouve en grande quantité dans les réseaux d'évacuation des eaux pluviales. Ainsi, lors d'une précipitation, seulement 32% de l'eau est absorbée par les sols urbains, le reste est soit évaporé (25%) ou évacué par les réseaux d'évacuation (43%) (ibidem). C'est donc pratiquement la moitié des précipitations qui ruissellent en surface dans les milieux urbains. Il faut souligner que ces proportions varient selon la densité du cadre bâti, c'est-à-dire selon la proportion de surface imperméabilisée — les conditions édaphiques (banlieue versus centre-ville).

1.2 Le ruissellement urbain: à l'origine de la pollution des cours d'eau

L'incapacité des sols urbains à retenir l'eau lors de précipitations a une incidence directe sur la qualité des eaux des rivières urbaines, comme la rivière Saint-Charles et le fleuve Saint-Laurent. Deux grands types de pollution prennent leur origine dans l'imperméabilisation des sols urbains: l'érosion des berges et le débordement des égouts.

1.2.1 L'érosion des berges

Les cours d'eau traversant les milieux urbains sont sujets à des variations importantes de débits. Ainsi, «l'imperméabilisation des sols a pour effet de multiplier par quatre la quantité des eaux de ruissellement. [...] À titre d'exemple, mentionnons qu'une pluie de 7mm aura pour effet, à certaines moments, de tripler le débit de la rivière [Saint-Charles]» (Ville de Québec, 1988, 11). Annuellement, la rivière Saint-Charles, notamment en raison de l'imperméabilisation des sols, voit son débit varier de 0,03 m³/s à 93,5 m³/s (ibidem). De telles variations dans le débit d'une rivière a des conséquences sur l'érosion des berges. Dans le cas de la rivière Saint-Charles, l'érosion des berges entraîne une pollution de l'eau par le fer, l'aluminium ainsi que par une plus grande quantité de matière en suspension (turbidité) (Ministère de l'Environnement et de la Faune, 1995, 10). Enfin, dans le cas de cette rivière, l'érosion des berges due aux variations soudaines du régime hydrique, contribue à l'ensablement de la Saint-Charles, surtout depuis qu'un barrage anti-marée a été construit à son estuaire dans les années soixante-dix.

1.2.2 Les débordements sanitaires

L'évacuation des eaux usées et des eaux de pluie, surtout dans les quartiers plus anciens, est souvent assumée par le réseau d'égout. Ces réseaux sont dit « unitaires ». Sur le territoire de la Communauté urbaine de Québec (CUQ), les eaux usées et les eaux de pluie sont généralement traitées par l'usine de filtration de la CUQ. Cependant, puisque eaux usées et eau de pluie sont toutes

¹ Nous avons placé à l'annexe I un schéma représentant le cycle de l'eau.

deux canalisées par le même réseau unitaire, dès que l'apport des eaux de pluie dépasse les capacités d'évacuation du réseau, il y a débordement. Dans le cas de la rivière Saint-Charles, il y a entre 50 et 75 débordements de ce type par année entre les mois de mai et d'octobre (Louise Babineau, 1999, verbatim)². Autrement dit, une précipitation de 4 mm sur le territoire de la CUQ fait déborder le réseau (Ville de Québec, 1999, 5)³. Selon la ville de Québec, ces débordements représentent jusqu'à 100 000m³ d'eau et parfois davantage (*ibidem*). Une autre mesure fait réfléchir: «plus de 40 millions de gallons d'eaux usées sont déversés par les trop-pleins de réseau unitaire pour un orage de 20 mm réparti sur deux heures» (Lavallée et Bernier, 1980, 29). Pour 1995 et 1996, les eaux de débordements qui n'ont pas été traitées ont respectivement représenté 16 millions de mètres cubes d'eau et 18 millions de mètres cubes (CVEE, 1996, 32). Ces chiffres sont, bien sûr, directement liés aux volumes des précipitations annuelles.

Il va sans dire que les débordements ne sont pas traités, et par conséquent ces eaux polluées sont déversées directement dans la Saint-Charles via quelques 65 émissaires (Pouliot, 1997). Mentionnons qu'au moins un émissaire déverse dans la rivière Saint-Charles des eaux non traitées, même par temps sec (Ministère de l'Environnement et de la Faune, 1995, 10). C'est donc dire que le réseau n'est pas capable, dans des conditions normales, de supporter la totalité des eaux usées produites sur le territoire municipal.

Les débordements mènent aux rivières divers type de pollution:

- la pollution microbienne et virale provenant des matières fécales, puisqu'au moment des débordements eaux pluviales et eaux usées se mélangent. Ce type de pollution limite gravement les activités nautiques et rend nécessaire le traitement de l'eau avant sa consommation. Cette contamination par les coliformes fait de la rivière Saint-Charles la plus contaminée des rivières du Québec (Ville de Québec, 1999, 3). Il va sans dire qu'en «tout temps, il est fortement contre-indiqué d'entrer en contact avec l'eau» (*ibidem*) entre le pont Scott et le pont-barrage Samson ;
- les eaux de pluie, en s'écoulant dans les rues, entraînent avec elles nombre de polluants (sels de déglçage, huiles, poussières, lessivage des aires d'entreposage — port de Québec, stations-services —, etc.). Ce type de pollution est variable, selon la fréquence des pluies. Par exemple, une pluie survenant après une longue période sèche provoquera une pollution plus intense puisqu'elle mènera à la rivière des accumulations de polluants plus importantes, que

² Il ne semble pas exister d'informations similaires pour les mois d'hiver. Qu'arrive-t-il lors des périodes de redoux?

³ Il est à souligner que les débordements varient selon le moment où ils surviennent. Ainsi, la nuit, lorsque le réseau est moins sollicité, il est en mesure de recevoir les eaux d'une précipitation plus forte que le jour, lorsque le réseau est fortement

lors d'une période prolongée de pluie. Soulignons que 90% des polluants sont transportés par les premiers 2,5 cm de pluie (Hough, 1995, 80)

- enfin, de la matière organique et des produits industriels toxiques peuvent aussi se retrouver dans les eaux de débordement.

1.2.3 D'autres sources de pollution

À ces sources de pollution, nous pouvons en ajouter quelques autres qui sont elles aussi propres aux milieux urbains, sans toutefois être directement liées à l'imperméabilisation des sols. Certaines pratiques liées aux insecticides, aux herbicides et aux engrais domestiques pour l'entretien des parterres gazonnés constituent des sources non négligeables de pollution. Soulignons que dans le cas du bassin versant de la rivière Saint-Charles, 12% de sa surface est dédiée à l'agriculture, dont certains rejets affectent la qualité de la Saint-Charles (Ministère de l'Environnement et de la Faune, 1995, 2). Ce type de pollution favorise la «croissance excessive d'algues et de plantes aquatiques, ce qui entraîne une détérioration de l'aspect visuel du cours d'eau et éventuellement une diminution de l'oxygène dissous pouvant grandement perturber la vie aquatique» (ibidem). Ensuite, le rejet de matière organique dans les cours d'eau entraîne aussi une baisse de l'oxygène dissous (ibidem); cette baisse survient lors de sa décomposition. Il ne faut pas non plus négliger les rejets industriels de produits toxiques, tels les BPC et les métaux lourds. Enfin, la pollution visuelle (couleur des eaux, déchets, etc.) contribuent à la dépréciation esthétique des cours d'eau urbain.

Polluants lavés par le ruissellement urbain

- matières organique
- huiles et graisses
- hydrocarbures
- métaux lourds
- sels de déglacages
- débris de toute sorte
- fertilisants
- herbicides
- pesticides
- virus et microbes
- poussières
- fractions de pneus
- SO₂, oxydes d'azote...
- etc.

1.3 La problématique de la rivière Saint-Charles

Dans le cas de la rivière Saint-Charles⁴, ces problèmes de pollutions liés à l'imperméabilisation des sols, sont amplifiés par le fait que cette rivière prends sa source au lac Saint-Charles ; prise d'eau de la ville de Québec. En effet, la ville de Québec prélève «environ 150

Composition du bassin versant de la rivière Saint-Charles	
Forêt	58%
Espace urbanisé	27%
Terres agricoles	12%
Lacs et rivières	3%
(Source: MEF, 1995, 2)	

⁴ Le document est une annexe II d'une brève liste des polluants mesurés dans la rivière Saint-Charles lors d'averses

000 m³, soit près de 20% du débit annuel moyen» pour alimenter ses citoyens en eau potable (ibidem). En été, lors de l'étiage, ce prélèvement peut atteindre 98% du débit naturel de la rivière (ibidem). Cette baisse dans le débit de la rivière, combinée au barrage anti-marée, engendre un problème d'ensablement (Ville de Québec, 1988, 13). Ce à quoi il faut ajouter la canalisation des quatre derniers kilomètres de la Saint-Charles. L'artificialisation de la rivière «a grandement modifié le régime hydrologique et l'écosystème de la rivière» (Ministère de l'Environnement et de la Faune, 1995, 1).

La problématique de la rivière Saint-Charles est doublée d'une volonté municipale de dépolluer la rivière et de réaménager ses berges. Au début des années soixante-dix, la rivière Saint-Charles a vu son cours inférieur être canalisé. Depuis quelques années maintenant, un projet de renaturation des berges de la Saint-Charles est en voie de réalisation. Déjà 290 mètres de berges ont été réaménagés (parc municipal Cartier-Brébeuf). La concrétisation d'un tel projet repose en partie sur la qualité des eaux qui couleront dans la rivière. Dans cette optique, la ville de Québec propose la mise en place de bassins de rétention sous les berges et même sous le lit de la rivière. (Ville de Québec, 1999, 6). Au coût de 150 millions de dollars (Lemieux, 1999, 15), ces bassins permettraient d'intercepter et de stocker temporairement les eaux pluviales, évitant ainsi les débordements. Lorsque le réseau d'égout serait à nouveau disponible (moins sollicité), ces eaux retenues par les bassins seraient relâchées pour être traitées par l'usine d'épuration. Ils auraient, selon le projet, une capacité de 100 000 m³, ce qui permettrait, au dire de la Ville de Québec, de contenir entre 90% à 95% des débordements (1999, 7).

1.4 L'objectif du présent mémoire

L'imperméabilisation des sols urbains engendre donc deux grands types de problèmes: l'érosion des berges et la contamination des eaux par les débordements des égouts qui sont déversés dans les cours d'eau. De plus, en circulant dans les rues, les eaux pluviales accumulent une variété de polluants trop souvent dommageables pour les milieux aquatiques: diminution de la productivité des milieux naturels, disparition de certaines espèces animales, eutrophisation, turbidité élevée, métaux lourds, etc. En plus de mettre à mal les milieux aquatiques, ces sources de pollution compromettent les activités humaines (nautisme, baignade, approvisionnement en eau potable, etc.) tout en ayant des incidences directes sur les qualités esthétiques des cours d'eau urbains (couleur, odeurs, etc.). Le cas de la rivière Saint-Charles est sur ce point explicite, puisqu'elle est une des rivières les plus polluées du Québec.

L'objectif du présent mémoire est de présenter des solutions et des moyens alternatifs pour améliorer la qualité des eaux des rivières s'écoulant en milieu urbain, de façon à assainir ces milieux

aquatiques, et pour permettre aux citoyens d'accéder à nouveau, à ces rivières. Plus spécialement, nous voulons démontrer que la végétalisation des toitures constitue une alternative efficace pour diminuer les intrants d'eaux pluviales dans le cycle urbain de l'eau. Ainsi, en diminuant les apports d'eau dans les canalisations sanitaires il est envisageable de contrôler 100% des débordements et d'abaisser les coûts de décontamination de ces eaux en diminuant les volumes à traiter.

Dans le cas de la rivière Saint-Charles, l'installation de bassins de rétention s'avère une solution immédiate, qui possède certains mérites, et qui permet donc de résoudre le problème rapidement. Cependant, une telle solution est appliquée à l'aval du «cycle urbain» de l'eau, et non en amont. Elle s'avère un expédient a posteriori et non une solution qui intervient à la source. Le présent mémoire cherche à démontrer que l'emploi de méthodes alternatives, notamment employées en amont, permettraient de réduire les quantités d'eau pluviale sollicitant le réseau d'évacuation, et donc permettant de réduire les coûts de filtration et de traitement. Sans prétendre que les bassins de rétention sont une solution inutile, l'organisation du contrôle des débordements des réseaux d'égout lors des précipitations doit se concevoir comme une combinaison de méthodes et de solutions. C'est une conclusion anticipée du présent mémoire.

2. Différentes solutions aux problème du ruissellement en milieu urbain

2.1 Introduction

L'imperméabilisation des sols, en court-circuitant le cycle de l'eau, engendre un certain nombre de problèmes ainsi que des coûts supplémentaires. La recherche de solutions alternatives vise à minimiser ces problèmes et surtout à réduire les coûts de contrôle et de traitement des eaux urbaines de ruissellement. Autrement dit, elles cherchent à «minimiser l'incidence hydraulique de l'urbanisation» en se rapprochant le plus possible des conditions naturelles d'écoulement de l'eau (Vilaron et Tabuchi, 1992, 306). Mieux contrôler les volumes d'eau qui ruissellent en milieu urbain, c'est atteindre les objectifs suivants: écrêter les débits de pointe, éliminer les débordements d'égouts, stopper la pollution et l'érosion des cours d'eau, permettre une recharge des nappes phréatiques, et, avant, tout diminuer les coûts de traitement des eaux.

2.2 Les principes de contrôle du ruissellement en milieu urbain

Minimiser le court-circuit qui caractérise le cycle urbain de l'eau, revient à poursuivre trois grands principes, à savoir:

- implanter les solutions alternatives tout au long du parcours urbain de l'eau, de façon à capter de l'eau sur l'ensemble du territoire du bassin versant;

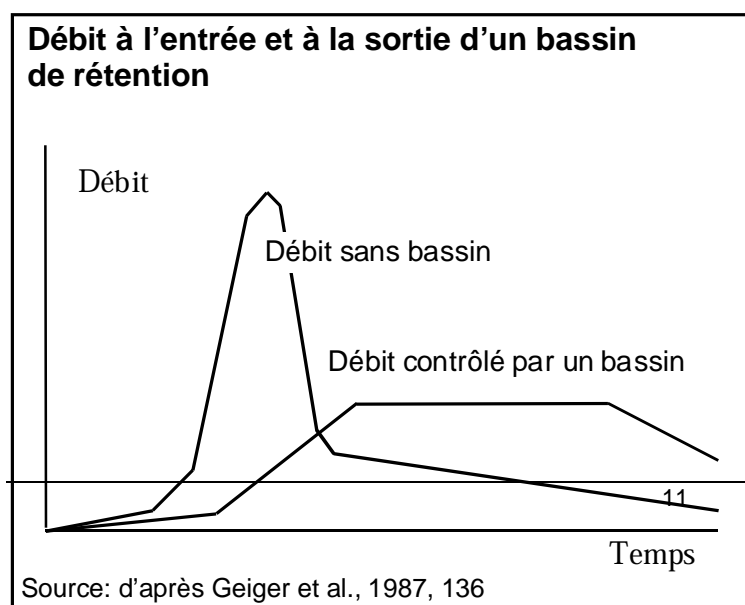
- choisir des interventions qui visent la rétention, le stockage et l'évacuation graduelle ainsi que l'infiltration de l'eau (*idem*, 278);
- réaliser des aménagements qui minimisent les surfaces imperméables ;
- évaluer l'impact de nouveaux développements sur le réseau hydrique.

À ces trois principes, doit s'ajouter la question du type de protection désirée contre les débordements (quelles types de pluies?) et le niveau de pollution tolérable, car «la protection contre les débordements ne peut être totale. Il faut accepter de la limiter à une fréquence donnée. Généralement, on choisit de se protéger contre les débits occasionnés par des pluies décennales» (Vilaron et Tabuchi, 1992, 87). Ces choix sont, pour l'essentiel, largement influencés par les capacités financières d'une municipalité (*idem*, 86). Les choix à faire seront le reflet d'un arbitrage entre les moyens techniques disponibles, les moyens financiers et les convictions environnementales des collectivités, voire même de leur désir véritable de protéger les milieux naturels.

L'ensemble de ces considérations, appliquées à l'échelle d'un bassin versant, permettrait de réduire, de façon significative, les quantités d'eau de ruissellement. Dans le cas de la rivière Saint-Charles, l'implantation de mesures alternatives sur l'ensemble du territoire de son bassin versant, autoriserait l'atteinte des trois objectifs suivants:

- réduire la taille des bassins de rétention;
- éliminer les débordements des égouts et par conséquent la pollution de ses eaux;
- diminuer les coûts d'opération de la station d'épuration de la CUQ en réduisant les volumes d'eau à traiter.

Nous allons maintenant présenter diverses solutions permettant d'améliorer le cycle urbain de l'eau.



2.3 Les bassins de rétention: intérêt et faiblesses

2.3.1 Présentation

Le principe du bassin de rétention est simple: intercepter les eaux pluviales de façon à étaler dans le temps les volumes d'eau s'engouffrant dans le réseau sanitaire lors d'averses, comme le montre

le graphique ci-contre. Ils servent aussi à prévenir les inondations en aval d'espaces imperméabilisés par l'urbanisation. Ils peuvent être classés selon l'apparence (à ciel ouvert ou enterrés) ou selon l'usage (contrôle du ruissellement pluvial, dépollution, etc.) (STU, 1994, 4).

Les bassins à ciel ouvert sont de trois types: «en eau», «humides» et «secs» (ibidem). Les bassins à ciel ouvert «en eau» contiennent de l'eau en permanence et leur approvisionnement par temps sec «provient généralement de la nappe phréatique» (ibidem). Ils sont plus souvent qu'autrement paysagés (quai, trottoirs, etc.), en faisant partie intégrante de développement résidentiel, et contiennent des plantes qui font office de «biofiltres». Les bassins «humides», pour leur part, sont en fait des zones humides voire même des marais qui reçoivent les eaux de ruissellement urbain. Ils sont des milieux fragiles et l'introduction de polluants ne peut y être tolérés. Enfin, les bassins secs ne contiennent de l'eau que lors d'averses. Ces bassins peuvent être raccordés à une usine de traitement des eaux ou encore au réseau hydrique naturel. Certains d'entre eux peuvent se vider par infiltration. Soulignons que de tels bassins ne sont pas nécessairement unifonctionnels. La Ville de Vitrolles (France) dispose d'un vélodrome qui sert en même temps de bassin sec (Vilaron et Tabuchi, 1992). Comme second exemple, soulignons le projet «LeBreton Flats», en banlieue d'Ottawa, qui a intégré à la trame résidentielle un bassin de rétention pour ses eaux pluviales⁵. Un tel bassin possède des qualités esthétiques (aménagement paysager) et récréatives (sauf la baignade) (Hough, 1995, 90).

Les bassins fermés, ou enterrés, sont des ouvrages plus coûteux à produire. De plus, ils demandent parfois des pompes pour les vider et leur nettoyage peut être plus difficile (STU, 1994). C'est ce type de bassin que la Ville de Québec désire implanter. Ces bassins sont généralement connectés sur les stations d'épurations.

2.3.2 Effets des bassins sur la qualité des eaux

Le choix d'un type de bassin dépend du type de protection environnementale recherchée. Le but premier du bassin à ciel ouvert est de permettre une dilution de la pollution avant que ses eaux ne soient retournées au réseau hydrique (idem, 26). Ce type de bassin permet aussi:

- la sédimentation des éléments les plus lourds avant l'entrée de l'eau dans le bassin. Cette sédimentation permet une épuration «primaire» des eaux de ruissellement;
- une oxygénation de l'eau;
- une décomposition de la matière organique par des bactéries aérobies;

⁵ En annexe IV, le lecteur trouvera un plan de ce projet résidentiel.

- une assimilation «par les végétaux des éléments eutrophisants» (ibidem).

Ces bassins ont l'avantage, considérant les charges de polluants que les eaux de ruissellement urbain peuvent contenir, d'être équipés de dispositif de «traitement des eaux en tête de bassin: dégrillage, déshuilage, dessablage» (Valiron et Tabuchi, 1992, 293). Les bassins pérennes à ciel ouvert offrent donc un contrôle sur certains types de polluants. Ainsi, en retenant l'eau un certain temps, par les dispositifs mécaniques dont ils sont dotés et par la végétation qu'ils contiennent, les bassins de rétention à ciel ouvert peuvent graduellement restituer au milieu naturel une eau de qualité acceptable, évitant ainsi au milieu naturel un choc toxique. À titre indicatif seulement, «des mesures en laboratoire portant sur une décantation de 2 heures ont permis de vérifier une réduction: de la DBO₅ comprise entre 39 et 76% [et] de la DCO⁶ comprise en 55 et 74% [...]» (Valiron, 1989, 180). Rappelons brièvement, qu'en raison des surfaces imperméabilisées des milieux urbains, pratiquement 50% des eaux pluviales qui ruissellent en surface, accumulent des polluants, et modifient de façon significative, et très ponctuelle, le régime des rivières en aval. Il faut noter que les bassins secs, de par leurs caractéristiques, n'ont pas les mêmes capacités d'épuration que les bassins «en eau» (STU, 1994). D'un point de vue environnemental, les meilleurs bassins sont les bassins enterrés connectés à une station d'épuration.

2.3.3 Limites et faiblesses des bassins de rétention

Le point fondamental à souligner, c'est que «les bassins en eau ne se conçoivent qu'en réseau d'assainissement strictement séparatif» (STU, 1994, 26). Ainsi, tous les quartiers de la CUQ qui sont en unitaires excluent automatiquement ce type de bassins. De plus, un autre point qui handicape le choix des bassins à ciel ouvert, c'est qu'il n'est pas nécessairement facile de les introduire dans un cadre bâti déjà existant qui ne possède pas d'espace pour les aménager. Aussi, la tuyauterie repose sur une logique qui au départ ne prévoyait pas l'installation de tels bassins. Autrement dit, comment réaménager le réseau sanitaire séparatif pour le rendre compatible aux exigences des bassins à ciel ouvert. De fait, en milieu déjà urbanisé, les bassins «en eau» peuvent s'avérer une solution coûteuse et difficile à implanter⁷. En d'autres termes, les bassins à ciel ouvert s'avèrent des mesures à introduire dans la conception même des nouveaux développements. Sur ce point, ils peuvent faire l'objet d'une attention réglementaire particulière: les plans de zonage pourraient obliger l'emploi de ce type de solution pour contrôler les eaux de ruissellement générées par tout nouveau projet d'urbanisme

⁶ La DBO₅ (demande biologique en oxygène) et la DCO (demande chimique en oxygène) sont des indicateurs de la présence d'éléments organiques ou chimiques consommateurs d'oxygène dissous. Plus ils sont élevés, plus ils menacent le milieu aquatique.

⁷ Remarquons que les emprises d'hydro-électricité pourraient s'avérer de bon espace pour implanter des bassins de retenues d'eau pluviales. Ainsi, tout le secteur de la zone industrielle de Vanier pourrait, selon les pentes, déverser ses eaux de ruissellement dans un bassin à ciel ouvert qui serait aménagé dans l'emprise hydro-électrique. Il en va de même pour les quartiers comme celui de Lebourneuf.

(résidentiel, industriel, commercial). Tout contrôle des apports nouveaux d'eau de ruissellement ne peut que contribuer à l'augmentation de la qualité des eaux de la Rivière Saint-Charles.

Ensuite, la capacité des bassins de rétention de contrôler la pollution est somme toute limitée: «[...] le bassin de retenue mis en place généralement pour la retenue des débits de pointe, peut constituer une excellente solution pour l'abattement de certaines formes de pollution» (Vilaron, 1989, 180). «Ne faisons pas du bassin de retenue d'eaux pluviales la nouvelle solution unique de tous les problèmes d'assainissement. [...] [L]e bassin de retenue est une technique alternative parmi d'autres. Il peut être remplacé, parfois avantageusement suivant le cas, par des structures réservoirs, des toitures-terrasses, ou encore des fossés en bordure des voies» (STU, 1994, 4). C'est donc dire que les bassins de rétention doivent être conçus en parallèle avec d'autres solutions. Par exemple, la décantation en bassin permet, généralement d'éliminer 69% des hydrocarbures seulement (idem, 108).

La technique du bassin de rétention pose le problème de son nettoyage. Non seulement cela représente des coûts fixes, mais l'efficacité du bassin de rétention à contenir certains polluants dépend largement de la qualité de son entretien, ainsi que son acceptation par le public (idem, 118). Dans le cas des bassins à ciel ouvert, l'entretien doit couvrir: les dispositifs de prétraitement, le maintien de la propreté, le contrôle de la végétation, le fonctionnement des systèmes hydrauliques (corrosion, étanchéité, déversoir de crues, etc.) (idem, 155-156), etc.. Il s'agit en fait d'un véritable programme d'entretien qui doit s'échelonner sur toute l'année (idem, 155).

Les bassins fermés, à cause de leur conception, nécessitent pour leur part un entretien quelque peu différent. Il faut voir au bon fonctionnement des pompes, des vannes et clapets, au système de ventilation (contre l'accumulation de certains gaz), et à l'évacuation régulière des boues (idem, 159). «La fréquence du nettoyage est fonction du type d'ouvrage et de son alimentation [...] mais, de façon générale, les bassins sont nettoyés après chaque pluie importante» (idem, 160).

Les boues qu'ils contiennent demandent à être recueillies (annuellement) et traitées. La disposition de ces boues peut poser un problème: où seront-elles transportées?: à la station d'épuration? à la décharge?. Le Service Technique d'urbanisme fait remarquer qu'il est «parfois anti-économique d'évacuer dans l'égout des boues déjà concentrées pour les retraiter totalement à la station» (1994, 184). Soulignons aussi que les boues localisées dans les installations de prétraitement des bassins (déshuileurs, dégrilleurs, désensableur) contiennent de forte dose de polluants (hydrocarbures, métaux lourds, ...), et dont le traitement peut être plus difficile. Le traitement des boues nous amène à poser la question suivante: tant qu'à retenir de l'eau dans des bassins et à devoir traiter les boues, ne serait-il pas préférable de limiter les intrants en eau dans le système hydrique urbain de façon à porter directement à la station d'épuration les eaux à traiter et donc d'épurer les boues sur place?

Les bassins ouverts demandent une protection particulière contre les déversements accidentels (hydrocarbures, etc.), car les dispositifs de prétraitement ne seront pas nécessairement capables de contenir un choc toxique et c'est toute l'eau du bassin qui demandera à être traitée, sans compter les risques de contamination de la nappe phréatique (STU, 1994, 185). En fait, un bassin de rétention à ciel ouvert: «se comporte d'autant mieux que la charge de pollution qu'il reçoit est plus faible. On a pu se rendre compte des méfaits de pollutions excessives dues: [1] à des rejets d'eau usées de temps sec; même un faible nombre de branchements erronés d'eaux usées sur le réseau pluvial se traduit par une forte pollution bactériologique et une eutrophisation accélérée; [2] à des ruissellements importants sur des tissus urbains denses, des grandes voies de circulation, des vastes parkings, justifiant alors un traitement spécifique des apports» (STU, 1994, 62). Il faut insister sur le fait que les bassins à ciel ouvert ne tolèrent pas la pollution bactérienne, puisqu'ils ne disposent d'aucun mécanisme pour l'éliminer. Ce commentaire du Service Technique de l'Urbanisme montre bien les limites du bassin de rétention: il protège d'autant plus l'environnement que l'eau qu'il retient pour un temps est peu polluée.

En somme, avec les bassins à ciel ouvert, les possibilités de dépollution sont limitées par la nature même du dispositif. De plus, les bassins «en eau» présentent le risque de contamination de la nappe phréatique. Et qu'arrive-t-il en hiver, lors des périodes de redoux? De tous les bassins, seul le bassin sous-terrain, branché sur les stations d'épuration, présente l'alternative qui protège le mieux l'environnement, puisqu'elle permet d'assainir les eaux de ruissellement urbain. Mais la question des boues demeure.

2.4 La solution du toit végétal

2.4.1 Introduction

Recouvrir de tourbe et d'herbacées le toit des maisons est une technique ancienne. La Scandinavie est peut-être le meilleur exemple d'un tel usage. Le XIXe siècle et la première moitié du XXe siècle connaissent des implantations ponctuelles de toits verts. Mais ces initiatives demeurent intimement liées à des gestes individuels. La deuxième moitié du XXe siècle sera caractérisée par la montée des discours écologistes et, plus récemment, par la disponibilité de technologies permettant la réalisation de toits verts à grande échelle. Autrement dit, la technologie aura donné aux écologues les moyens de leur discours. Discours et technologie seront les conditions de possibilité permettant un engouement pour les toits verts et les toits terrasses.

Aujourd'hui, et depuis dix ans, les matériaux disponibles pour la réalisation de toits verts ont permis de systématiser son emploi. Ainsi, pratiquement n'importe quelles résidences ou bâtiments commercial/institutionnel déjà construits (avec toit en pente ou plat) peuvent recevoir un toit végétal.

Ces progrès technologiques ont favorisé l'émergence de réglementations particulières. Ainsi il appert que des municipalités de Suisse et d'Allemagne obligent les nouveaux projets de construction à incorporer un toit végétal (Brabant, 1997, 34). En Allemagne, il se végétaliserait autour de dix millions de mètres carrés par an (Tynan, 1998). Et Bruder, membre de la Société Soprema⁸, donne l'exemple d'un règlement d'urbanisme qui octroi 10% «de surface constructible supplémentaire en cas de végétalisation de l'ensemble des toitures» (non daté, 377).

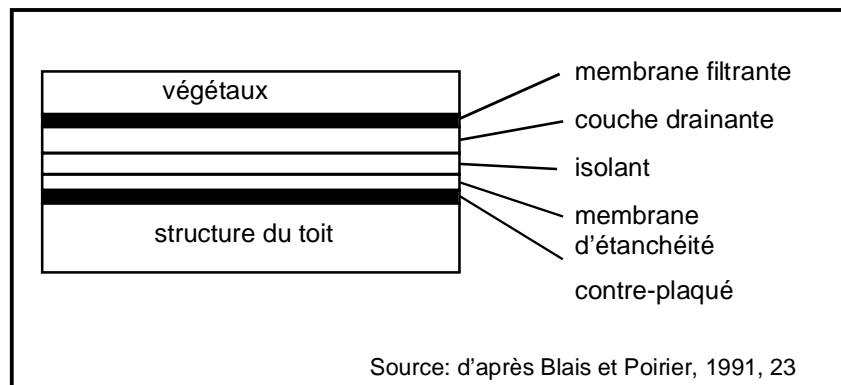
⁸ Soprema est une société française spécialisée dans la conception et la fabrication de membranes étanches pour la végétalisation des toitures.

Ces quelques remarques laissent entrevoir que la végétalisation des toitures est en voie de devenir une véritable alternative aux toitures classiques.

2.4.2 Conception et types de toits végétalisés

De façon simplifiée, un toit végétal est constitué de sept éléments. Cette composition de la toiture végétale varie selon les capacités portantes, selon l'inclinaison du toit et selon d'autres paramètres similaires. Mentionnons que les substrats de culture, pour être plus légers, sont constitué d'un mélange de matière organique et d'agréats minéraux. Un tel mélange serait résistant à l'érosion et permettrait une bonne rétention en eau (Soprema, non daté).

Trois types de toitures végétales peuvent être aménagées, selon la capacité portante du toit et selon son inclinaison. Les toits «intensifs» correspondent à la terrasse-jardin. C'est une technique qui surcharge beaucoup le toit et qui demande un entretien assez important, puisque la végétation



implantée est imposante (Mineau, 1997, 11). Surtout les toits plats facilement accessibles permettent un tel aménagement. Nous retrouvons une telle toiture-terrasse au sommet des appartements Mérici et sur le toit d'une coopérative d'habitation à Québec (Blais et Poirier, 1991a, 5). Les toits «semi-intensifs» sont caractérisés par une végétation moins élaborée nécessitant moins d'entretien. Une telle toiture est plus légère que la terrasse-jardin (Mineau, 1997, 12). Le toit jardin du Château Frontenac est peut-être un bon exemple de ce type de toit (Blais et Poirier, 1991a, 11). Enfin, le «toit extensif» se démarque des deux autres par son poids. Il peut être implanté sur pratiquement n'importe quel type de bâtiment (neuf ou ancien à toit plat ou en pente). La végétation qui y pousse demande qu'un entretien annuel (Mineau, 1997, 12).

2.4.3 Avantages et intérêts

Les toits verts possèdent, selon la littérature consultée, de nombreux avantages, tant à l'échelle de la ville qu'à l'échelle du bâtiment (Blais et Poirier, 1991; Brabant, 1997; Mineau, 1997; Bruder, non daté; Boivin et Challies, 1998; Webber, 1999; Hough, 1995). À l'échelle du bâtiment, les avantages sont

nombreux:

- mise en valeur de la construction et amélioration de l'aspect esthétique du bâtiment en permettant d'introduire des fleurs et des herbacées sur la toiture. Pour deux architectes, le toit végétal: «influence le caractère formel du bâtiment de même que le paysage de la rue» (Blais et Poirier, 1991, 5);
- permet d'avoir pratiquement 100% de surfaces vertes sur un site;
- la conservation de l'énergie, dans la mesure où la tourbe possède certaine propriété isolante. Il permet aussi de rafraîchir les résidences en été en offrant au soleil une surface plus claire qui se refroidie par évapotranspiration;
- protection des matériaux du toit et ralentissement de leur vieillissement (notamment les membranes d'étanchéité) en interceptant les rayons UV et certains agents atmosphériques. La société Soprema avance que la durée de vie des matériaux de toiture pourrait être multipliée par deux grâce à l'emploi d'un toit végétal (Brabant, 1997, 33-34);
- atténue les variations de températures, ce qui permet d'éviter les chocs thermiques réduisant les contraintes à la toiture (contraction et dilatation dues aux changements de température), ce qui contribue aussi à la longévité du toit.

À l'échelle de la ville, nous retrouvons les avantages suivants, à condition qu'une telle mesure soit utilisée à grande échelle:

- moyen de réintroduire la végétation et donc d'augmenter la biomasse en milieu urbain. Permet aussi d'augmenter la surface des jardins sans devoir faire l'acquisition de foncier supplémentaire à cet effet;
- offre à la faune ailée de nouveaux habitats;
- contribue à la qualité de l'air en fixant le CO² et les poussières. Participe à réduire la pollution atmosphérique, notamment le smog;
- contribue à refroidir le climat urbain⁹. Ce refroidissement provient d'une part de l'évaporation de l'eau retenue par les toits verts et, d'autre part, en offrant moins de surface dont l'albédo

favorise le réchauffement (i.e.: le noir des toitures goudronnées absorbe beaucoup d'énergie et la restitue au milieu). Enregistrer une baisse dans la température moyenne des villes permettrait de diminuer la formation du smog;

- favoriserait la rétention d'une grande quantité d'eau, ce qui permettrait aux villes de résoudre une partie du problème du ruissellement des eaux pluviales. La rétention des eaux pluviales sur les toits, rendrait ces eaux disponible à l'évaporation et donc permettrait de réduire la température du milieu urbain. En somme, la végétalisation des toits réduirait le besoin d'implanter des bassins de retenue pour contrôler le ruissellement urbain tout en favorisant le refroidissement du climat urbain par évaporation. Cela permettrait par le fait même d'humidifier l'air asséché des villes;
- de toute évidence, l'implantation des toits verts à grande échelle améliorerait la qualité de vie des villes.

La littérature consultée atteste d'une certaine vertue entourant les toits verts. En effet, peu de textes font état des limites, des contraintes ou des effets «pervers» d'une telle technologie employée à grande échelle. Sur ce point, nous aimerions avancer quelques pistes de réflexion qui pourraient être pertinentes dans un cadre d'analyse ultérieure et qui présentent tant les avantages que les inconvénients éventuels d'une pratique élargie de cette technique.

2.4.4 Questions et incertitudes soulevées par la technique des toits végétaux

Au chapitre des effets sur le climat urbain, un auteur américain souligne que personne ne sait encore combien de toits verts (et autres aménagements similaires) sont nécessaires pour avoir un effet significatif sur la température: «nobody knows how many roofs would have to be resurfaced or trees planted to make a measurable difference in heat and smog» (Webber, 1999). Il appert, selon certaines simulations, qu'une ville pourrait perdre jusqu'à 5°C si des mesures variées (surfaces claires, plantations, toits verts,...) et systématiques étaient implantées dans les villes (ibidem). En somme, des indices nous permettent de croire à un refroidissement du climat urbain, sans pouvoir cependant être en mesure de le prévoir.

Concernant les prétendues vertus isolantes d'un toit vert, deux architectes laissent entendre sur ce point que le premier mérite d'une telle technologie est avant tout esthétique et écologique, «l'usage premier d'un toit herbu ne se fait pas principalement en raison de ses propriétés isolantes, beaucoup plus facile à obtenir avec des matériaux spécialement conçu pour cette fonction, mais plutôt pour des

⁹ Le climat des villes est généralement plus chaud de quelques degrés par rapport à la campagne environnante.

raisons environnementales, elles-mêmes reliées à l'économie et à l'esthétique» (Blais et Poirier, 1991, 17). Ces architectes mentionnent que si 750 mm de sol gazonné équivaut à 25 mm d'isolant rigide (type polyuréthane), la capacité isolante du sol variera selon son taux d'humidité (ibidem).

Il faut aussi présenter une autre prétention d'une certaine littérature «engagée»¹⁰. Il est mentionné que les toits verts possèdent l'avantage de retenir une forte capacité d'eau et donc de réduire le ruissellement urbain, responsable, comme nous l'avons vu, des débordements d'égouts. Nous souscrivons à cet énoncé. Cependant, il est mentionné qu': «en retenant 70 à 100% des précipitations, le complexe de végétalisation peut éviter l'engorgement des canalisations» (Bruder, non daté, 337). Ces avancées malheureusement ne spécifient pas la nature de ces précipitations.

Lorsque Bruder mentionne que les toits verts sont en mesure d'humidifier le climat asséché des villes, c'est qu'il laisse entendre que l'évaporation provenant de toits verts implantés à grande échelle offre effectivement cet avantage.

Bien des éléments mériteraient d'être clarifiés dans l'avenir en ce qui a trait à la technologie des toits verts. La question de l'entretien, l'aspect de la propriété privée et/ou publique, les normes d'utilisation, les coûts relatifs à l'implantation, les taux de rétention des eaux de ruissellement, les types de végétaux optima, etc., sont des éléments qui devraient, suite aux expérimentations en cours, être clarifiés techniquement dans les prochaines années.

2.4.5 Efficacité des toits verts à limiter les intrants dans le cycle urbain de l'eau

Outre les éléments esthétiques et pratiques, le recours aux toits verts présente un avantage indéniable quant à leur influence sur le ruissellement urbain. Dans ce contexte, la présente section devait chercher à démontrer cet état de fait par des calculs suffisamment précis sur un échantillon temporel et physique donné. Malheureusement, ces calculs n'ont pu être effectués. En effet, les limites liées au dépôt du présent mémoire et les difficultés quant à l'obtention des chiffres précis de la communauté urbaine de Québec (CUQ), ont rendu impossible la performance des calculs.

Ces calculs de rétention des toits verts associés à l'écoulement des eaux de ruissellement étaient prévus pour un secteur donnée du territoire de la CUQ. À ce secteur, divers scénarios étaient prévus pour la mise en place de la technologie des toits verts. De là, les calculs auraient été faits, considérant les aspects techniques de rétention existants pour les toits verts, afin de vérifier les effets sur le ruissellement des eaux dans le cycle urbain.

¹⁰ Il s'agit ici de textes écrit par les membres de la société Soprema.

Tableau présentant les variables envisagées pour effectuer les calculs de diverses hypothèses de gestion des eaux de ruissellement en milieu urbain par la technologie des toits verts

Les paramètres et variables d'évaluation de la performance de la technologie des toits verts:

- taux de précipitations interceptées par les toitures ;
- précipitations annuelles sur Québec
- capacité de retenue liées aux toits verts
- calcul du seuil (nombre de toits) à partir duquel cette technologie devient rentable (nombre de toits contre quantité d'eau retenue)

Considérant la surface que représentent les toits en ville, l'alternative des toits verts peut s'envisager. Certaines données générales indiquent que les toits reçoivent 13% des eaux d'une précipitation (Hough, 1995, 40).

Certains auteurs (notamment Bruder) prétendent que les toits verts à eux seuls peuvent éliminer l'obligation d'avoir des bassins de rétention. Selon Hough, cet état de fait est envisageable seulement si la technologie est employée à grande échelle. Selon une étude du ministère de l'Environnement de l'Ontario, 43% des eaux pluviales se retrouvent dans les réseaux d'égout: 30% auront voyagé directement vers les égouts et 13% aura été préalablement intercepté par les toits. Donc, pour envisager un réel impact quant à la rétention des toits verts et ainsi intercepter le 13% dont il est question plus haut, il faudrait assurer un déploiement suffisamment large de la technologie des toits végétaux.

Du moins, un tel calcul aurait permis de découvrir, en fonction de diverses hypothèses, si une telle mesure, en amont du traitement des eaux, réduirait réellement l'apport au niveau des stations d'épuration. Les données liées au taux de traitement des eaux de la CUQ pour au moins trois années en relation avec les précipitations annuelles auraient été utiles dans l'évaluation des scénarios, de même que les données qui réfèrent aux taux de débordement. Enfin, le scénario d'implantation de la technologie des toits verts, en plus des données de rétention et d'utilisation des eaux par les végétaux, se serait attardé aux coûts comparatifs entre les bassins de rétention et le recours à cette technologie.

Malheureusement, tel que mentionné précédemment, le calcul n'a pu être effectué en raison de certaines données précises que nous ne pouvons obtenir de la CUQ en vertu de la loi d'accès à l'information (voir correspondance avec la CUQ).

En conclusion préalable à cette analyse technique, il est fort à parier que la solution idéale s'entrevoit par une combinaison de mesures: soit des bassins, quel qu'ils soient (ouvert, fermés) mais tous branchés sur les stations d'épuration et des aménagements physiques divers qui permettraient de diminuer les intrants dans le réseau.

En somme, l'alternative examinée plus haut représente, selon nous, une mesure à long terme qui demande à être couplée avec d'autres mesures comme les bassins de rétention.

Les pages suivantes présentent la correspondance entretenue avec la CUQ quant à nos demandes pour obtenir des chiffres liées aux calculs d'impact des toits verts sur le réseau.

Lettre de demande des données à la CUQ.
--

Québec, le 18 août 1999

Maître Pierre Rousseau
Secrétariat de la Communauté Urbaine de Québec
395, Saint-Joseph Est Québec
G1K 8E2

Objet: demande d'information

Dans le cadre d'un mémoire sur l'eau, l'Atelier d'aménagement, d'urbanisme et d'environnement travaille actuellement sur la problématique des toits végétaux. Cette problématique s'inscrit dans la recherche d'alternatives aux bassins de rétention qui seront éventuellement aménagés à Québec pour contenir les débordements vers la rivière Saint-Charles, lors d'averses et d'orages.

Notre projet consiste à évaluer la capacité des toits végétaux à retenir l'eau, et ce, à grande échelle. Cette évaluation doit être faite à l'aide de certaines données, dont la proportion des surfaces imperméabilisées, par bassin versant.

Par la présente lettre, nous demandons à la Communauté Urbaine de Québec de bien vouloir nous transmettre les informations suivantes:

- les surfaces totales desservies par un réseau unitaire et par un réseau séparatif, ainsi que leur cartographie;
- les surfaces dites «contributrices» au ruissellement urbain;
- les surfaces «contributrices» par secteur;
- les volumes d'eau qui débordent annuellement;
- les coefficients de ruissellement pour chaque secteur;
- et idéalement, les proportions de chaque secteur couvert par les rues, les édifices, les entrées, les trottoirs, et les surfaces perméables (parcs, cours privées, etc.)

Ces informations sont, pour une part, contenues dans un modèle hydrologique réalisé par la firme d'ingénieurs BPR. Ce modèle, utilisé par l'équipe de la station d'épuration de la CUQ, sous la responsabilité de monsieur Richard Bonin, fonctionne à l'aide des données techniques que nous cherchons.

Nous vous remercions de votre sollicitude, et nous vous transmettons, Monsieur Rousseau, nos salutations distinguées.

Rémi Guertin, pour l'Atelier d'aménagement et d'urbanisme

Lettre de réponse de la CUQ.

Lettre de réponse finale de la CUQ.

2.5 Vers d'autres solutions alternatives

2.5.1 Principes

Les solutions que nous allons présenter dans cette section s'appuient largement sur les principes énoncés à la section 2.2. Il s'agit de mesures qui vont au-delà des techniques adaptées à la rétention des eaux de ruissellement des toitures. Ces solutions permettent de capter l'eau de ruissellement en différents points d'un bassin versant et d'augmenter l'infiltration naturelle de cette eau. En d'autres mots, elles permettront de minimiser les effets du court-circuit du cycle urbain de l'eau. Ces solutions, telles les tranchées drainantes, peuvent être implantées le long de surfaces imperméables (routes, etc.) ou encore elles augmentent les capacités drainantes de surfaces perméables. En somme, il s'agit d'intervenir avant que l'eau ne ruisselle dans les rues, ne se charge de polluant et n'emprunte le réseau unitaire. Cette section a été essentiellement réalisée à l'aide des sources suivantes: (Ouellet, 1997; Valiron et Tabuchi, 1992; STU, 1994).

2.5.2 Les tranchées et les puits d'infiltration et les noues

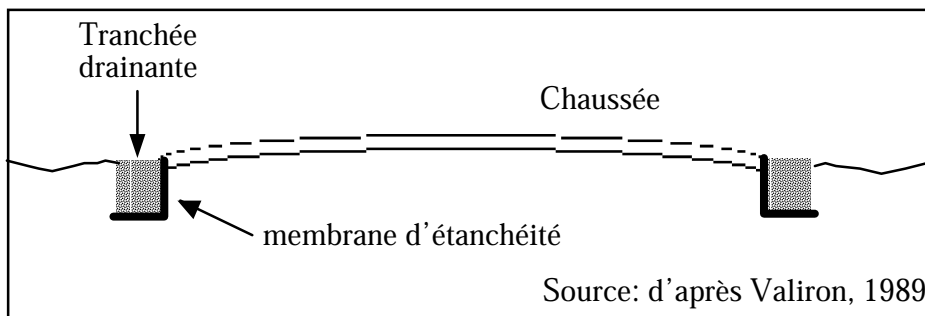
Les tranchées et les puits d'infiltration favorisent l'infiltration des eaux pluviales en interceptant des sources telles le ruissellement le long des chemins ou encore l'eau provenant des toitures. Le puits d'infiltration, comme son nom l'indique, est un équipement très localisé, comme par exemple au

Tranchée infiltrante

centre d'une place publique dont la surface serait bétonnée. Ce type d'équipement a l'avantage d'exiger peu d'espace et d'être «discret», ce qui rend facile leur implantation dans des milieux urbains déjà construits. Les noues, pour leur part, sont de larges fossés peu profonds qui rappellent les tranchées infiltrantes. Mais ils fonctionnent aussi comme un bassin de rétention. Ainsi, par leur évasement, ils favorisent l'infiltration de l'eau et par leurs «calvettes», ils ralentissent l'écoulement de l'eau, ce qui a pour effet d'en emmagasiner certains volumes et de graduellement la restituer au milieu. Les noues cependant demande un espace d'implantation plus important que les autres mesures. Par contre, elles offrent un potentiel d'aménagement fort intéressant.

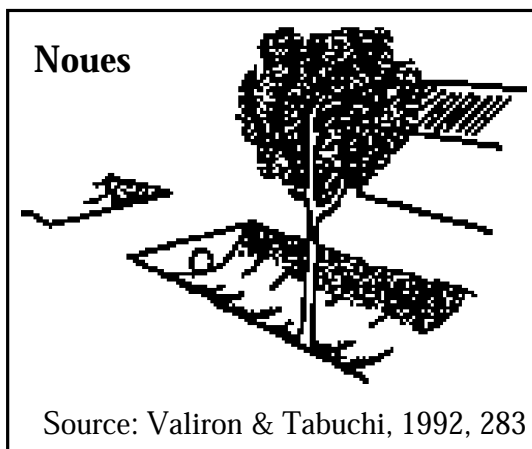
Source: d'après Valiron et Tabuchi, 1992

Les tranchées et les puits d'infiltration et les noues posent un certain nombre de d'inconvénients qui limitent leur emploi. Leur principale faiblesse est leur incapacité à contrôler la pollution, ce qui peut avoir, à long terme, des conséquences sur les nappes phréatiques. Ces dispositifs, selon le degré de



pollution à l'environnement toléré, devraient être utilisés surtout pour contrôler les eaux en provenance des toitures ou pour contrôler le ruissellement dans des milieux faiblement

urbanisés. Les tranchées drainantes, pour éviter qu'elles ne se colmatent, demandent l'installation de membranes géotextiles sans quoi leur efficacité serait rapidement compromise par les particules fines. Dans le cas des tranchées drainantes le long des routes, leur conception doit tenir compte des cycles de gel et de dégel, qui peuvent affecter sérieusement la durée de vie des routes. Enfin, leur éparpillement sur l'ensemble du territoire rend leur vérification et leur entretien plus difficile (Geiger et al., 1987, 41). Soulignons que pour les noues, «les coûts d'entretien [...] ainsi que les emprises qui en résultent, limitent leur utilisation en milieu péri-urbain [...]» (Valiron et Tabuchi, 1992, 283).



2.5.3 Les pavés poreux et l'interbloc ajouré

Les pavés poreux possèdent une porosité qui peut atteindre 20% (Valiron, 1989, 150). S'ils permettent l'infiltration sur place des eaux pluviales, ils présentent la contrainte de ne pas protéger les nappes phréatiques et de se colmater avec le temps. De plus, selon la littérature consultée, nous n'avons pas trouvé d'indication sur leur résistance aux cycles de gel et de dégel. Ce type d'aménagement pourrait très bien convenir pour les trottoirs et pour les entrées de garages résidentiels. Mais là encore, la question du gel pourrait en interdire l'usage au Québec.

L'interbloc ajouré, pour les entrées résidentielles, présente des perspectives intéressantes. D'une part, il offre pour les voitures, le support nécessaire pour le stationnement et, d'autre part, il permet une infiltration optimale de l'eau tout en permettant à des herbacées de pousser entre les blocs. Nous pensons que cette technique se limite aux espaces de stationnement. Ce type d'implantation pourrait rencontrer une résistance de la part des propriétaires résidentiels qui pourraient, pour divers raisons, préférer d'autres solutions. Mentionnons que les entrées d'autos en gravier offrent elles aussi une bonne capacité d'intercepter l'eau de pluie. Il est évident que cette technique ne peut, d'aucune façon, traiter ou intercepter les polluants. Cette mesure, appliquée à grande échelle, pourrait avoir des effets non négligeables sur les quantités d'eau de ruissellement urbain.

2.5.4 Le nettoyage mécanique des chaussées

Cette méthode ne vise aucunement à réduire les volumes d'eau s'engouffrant dans les réseaux unitaires qui provoquent des débordements. Elle permet néanmoins de réduire les quantités de polluants susceptibles d'être entraînés par les eaux de ruissellement. Cependant, cette pratique possède des limites. Ainsi, selon des données américaines, un nettoyage mécanique des rues, une à deux fois par semaines «permet de réduire de 10 à 30% les apports polluants des eaux d'orage» (Valiron et Tabuchi, 1992, 97). D'autres données indiquent que cinq nettoyages par semaine permettraient d'éliminer environ 40% du plomb et autour de 30% des matières en suspension (idem, 98). Les limites de cette pratique proviennent du fait que les particules polluantes sont trop petites pour être récupérées ainsi (entre 75 et 3000 m) (idem, 97). Une telle pratique est véritablement intéressante en réseau séparatif, puisqu'elle diminue les apports de polluants aux bassins de rétention. Reste encore la question de la disposition des déchets ainsi récupérés.

2.5.5 Le traitement préalable des rejets industriels

Un certain nombre d'entreprises rejettent dans les réseaux (pluvial ou sanitaire) des rejets divers. De tels rejets augmentent la charge polluante des eaux évacuées. D'une part, cela augmente les coûts à l'usine d'épuration dans la mesure où le processus d'assainissement est plus complexe et, d'autre part, cela affecte davantage le milieu aquatique lors des débordements puisque les charges toxiques sont plus élevées.

2.5.6 L'amélioration du réseau

Il est indéniable qu'en milieu urbain et plus spécialement dans les quartiers centraux, l'augmentation de l'efficacité du réseau est à envisager à court et moyen terme. Cela implique la restauration des réseaux sanitaires existants (étanchéité et séparation des réseaux unitaires les plus affectés par les pluies abondantes) de même que l'établissement de mesures visant à contrer l'élimination des rejets

clandestins aux émissaires naturels.

2.5.7 Quelques solutions supplémentaires

Les quelques solutions supplémentaires que nous allons présenter visent essentiellement à minimiser les intrants d'eau dans le système d'évacuation (pluvial ou sanitaire). Bien sûr, en réduisant les volumes en circulation, on réduit les volumes à traiter ou à stocker. Ce qui réduit d'autant plus les coûts. Il faut souligner cependant que ces solutions, pour être efficace, doivent être, dans certain cas, implantées à grande échelle.

Dans les quartiers résidentiels, des réservoirs pourraient être installés aux exutoires des gouttières de toits. Cette façon de retenir l'eau permettrait de réduire les apports d'eau aux rues tout en permettant une économie d'eau potable, dans la mesure où cette eau pluviale pourrait servir à l'arrosage des jardins et des parterres. Ce qui constitue une mesure (peu coûteuse) d'économiser l'eau potable et de réduire les débits d'eau dans les canalisations. Déjà, des entreprises proposent de telles mesures à Ottawa en vantant les mérites de la qualité de cette eau pour l'arrosage des plantes. Bien entendu, les avantages d'une telle mesure se justifient au plan économique lorsque l'eau potable est tarifée à l'utilisation. Ainsi les propriétaires y trouvent d'abord un avantage économique et réduisent ainsi leur consommation d'eau potable pour l'arrosage des plantes et pelouses.

Les eaux de ruissellement stockées dans des bassins de rétention (en système séparatif) pourraient être pompées à des fins industrielles ne nécessitant pas d'eau potable. Ainsi, une telle mesure permettrait par exemple, à la Ville de Québec, de réduire ses pompages en amont de la Saint-Charles. Une telle économie d'eau aurait un effet positif sur les débits de la rivière Saint-Charles tout en économisant l'eau potable.

Enfin, d'autres pratiques permettant d'économiser l'eau potable, comme des toilettes à faible débit, diminueraient la sollicitation des réseaux unitaires. De telles mesures feraient

en sorte que ce type de réseau puisse encaisser de plus fortes précipitations avant de déborder. De fait, cela rendrait les autres mesures plus efficaces. De plus, cela rendrait le réseau unitaire disponible pour de nouvelles zones urbanisées.

Pollution contenues dans les eaux pluviales

Polluants	Quantités
pH	4 à 7
DCO	20 à 30 mg O ₂ /l
SO ₄	2 à 35 mg/l
Ca	0,5 à 2 mg/l
Na	0,5 à 2 mg/l
Zn	0,02 à 0,08 mg/l
Pb	0 à 0,15 mg/l

Source: Valiron & Tabuchi, 1992, 32

2.5.8 L'alternative fiscale et réglementaire (zonage)

L'alternative fiscale peut apparaître comme un moyen d'inciter les propriétaires fonciers à réduire leurs apports d'eau pluviale au réseau. Le principe est de taxer les propriétaires en fonction des surfaces imperméabilisées de leur propriété. Cette alternative présente cependant de sérieuses limites. Faut-il en faire une mesure généralisée? Si oui cela pourrait, d'une certaine façon, pénaliser les résidents des quartiers anciens des villes, quartiers qui ont été construits à une autre époque, selon d'autres critères. Peut-on pénaliser des citoyens pour les mauvaises décisions des aménagistes et des gestionnaires municipaux? Il est presque certain que pour les citoyens, cela représentera une raison supplémentaire de hausser les taxes... Elle pose aussi le problème de la concurrence intermunicipale. Une telle mesure, si elle n'est pas généralisée à l'ensemble d'une agglomération urbaine, sera perçue comme un désavantage fiscal.

Si l'approche fiscale, imposant une taxe au pro rata des surfaces imperméables, ne vise que les nouveaux développements (résidentiels, commerciaux, etc.), alors aussi bien inclure le ruissellement urbain dans les règlements de zonage. Enfin, une telle mesure règle en partie le problème de l'eau (en permettant d'inciter les promoteurs et architectes à modifier leur façon de faire les bâtiments) en plus de permettre le financement de la station d'épuration, dans la mesure où la municipalité «canalise» effectivement ces fonds pour le financement de la station.

En intégrant dans le zonage la question du ruissellement urbain, il est possible d'intégrer dans le prix des résidences les coûts environnementaux de l'étalement urbain. Intégrer une partie des coûts environnementaux de l'urbanisation dans le coûts des nouveaux développements, et donc dans le coûts des résidences, pourrait être une façon transférer aux citoyens les coûts écologiques de leurs choix spatiaux. Cependant, cette mesure rencontre aussi la problématique de la concurrence intermunicipale. Ce ne sont pas toutes les municipalités qui adopteront de tels règlements, défavorisant certaines d'entre elles.

En Ontario, certaines municipalités, au lieu de tarifier l'eau potable au volume, exerce une taxe annuelle en fonction du nombre d'entrée d'eau, c'est-à-dire, du nombre de branchement d'une résidence au réseau d'aqueduc. Par exemple, le nombre de bains, d'éviers, la laveuse, les toilettes, etc. sont considérées comme raccordés au réseau d'aqueduc et sont donc tarifés à l'unité. Une telle mesure évite l'iniquité de la tarification de l'eau au volume pour les familles ayant plus d'un enfant sans toutefois entraîner de résultats directs sur la consommation d'eau potable ou la réduction des apports en eaux usées.

Ce genre de mesures réglementaires doivent être énoncés par les ministères traitant de l'Environnement et de l'Aménagement du territoire afin d'en faire une obligation municipale.

2.6 En somme...

Au début de cette section nous avons énoncé trois grands principes en mesure de minimiser le court-circuit caractéristique du cycle urbain de l'eau. Ces principes sont: capter l'eau sur l'ensemble du territoire; favoriser l'infiltration et la rétention; minimiser les surfaces imperméables. Les solutions alternatives que nous avons présenté évoquaient surtout les deux premiers principes. Les toits végétalisés pour leur part, s'inscrivent plus dans l'esprit du troisième principe.

En dehors des bassins de rétention, qui possèdent eux-mêmes des limites (le traitement des boues notamment), l'essentiel des solutions présentées ne parviennent pas à contrôler la pollution, elles ont néanmoins l'avantage de minimiser le volumes des intrants en eau dans le système. Plusieurs de ces méthodes devraient donc viser l'absorption directe des eaux pluviales, que l'on peut considérer comme «non polluées». Ensuite, les problèmes de l'entretien et de l'éparpillement de ces techniques (comme les tranchées infiltrantes) amènent des coûts d'opération supplémentaires. Aussi, l'implantation de certaines d'entre-elles n'est pas toujours possible en domaine bâti.

Le présent tour d'horizon laisse entendre qu'il n'y a pas de solution idéale et qu'aucune d'entre-elles ne peut être employées seules. Leur efficacité proviendrait d'une combinaison de solutions atténuant ainsi les effets du court-circuit du cycle urbain de l'eau. Nous reportons à l'annexe III un tableau récapitulatif des différentes solutions présentées dans cette section.

3. Le projet de la Ville de Québec: forces et faiblesses

Comme nous l'avons rapidement esquissé en première partie, la ville de Québec prévoit implanter des bassins de rétention souterrains aux coûts de 150 millions de dollars. Ce projet présente des faiblesses, mais possède aussi ses mérites.

Le projet de la Ville de Québec possède deux force indéniables. D'une part, ces bassins de rétention permettent de réduire, maintenant, la presque totalité des débordements et, d'autre part, puisqu'ils seront branchés sur la station d'épuration, ils rendent possible l'assainissement des eaux pluviales. Deux autres aspects importants des futurs bassins doivent être mentionnés. Le premier, c'est que les bassins seront construits sur propriétés de la Ville de Québec. De fait, cela facilite l'implantation d'un tel équipement. Le second provient aussi de sa localisation: les bassins seront installés à même la sortie des émissaires, ce qui facilite d'autant plus l'opération. Mais qu'arrive-t-il des autres émissaires plus en amont? Seront-ils détournés? En fait, les deux éléments clefs de ce projet sont le caractère immédiat de sa réalisation et son apport pour la prévention de la pollution ; telles sont ses deux principales forces.

Les bassins de rétention présentent aussi des inconvénients. Le coût de construction est tout de même important, et les bassins projetés ne pourront pas prévenir la totalité des débordements. Ce projet ne permet pas non plus de réduire ultimement les volumes d'eau à traiter puisque les bassins planifiés ne sont qu'une solution «d'aval» puisqu'ils ne sont pas organisés avec d'autres mesures plus en amont. Ne pouvant pas réduire les volumes d'eau à traiter, la solution de la ville ne permettra pas d'éviter les détournements à la station d'épuration, comme c'est le cas maintenant¹¹. En somme, la stratégie de la Ville de Québec ne s'intègre pas dans une vision globale de contrôle des eaux de ruissellement urbain. Par exemple, la Ville de Québec, aurait intérêt à améliorer la qualité de son réseau ou encore à intercepter certains volumes plus en amont avant qu'ils ne viennent faire déborder les réseaux unitaires. L'idéal consisterait à combiner un ensemble de mesures diversifiées, telles que présentées dans le présent mémoire, qui permettraient de réduire les intrants et donc les coûts à long terme.

¹¹ Le CVEE attire notre attention sur le fait qu'en 1995 et en 1996, 7 et 6 millions de m³ d'eau avaient été dérivés des stations d'épuration parce qu'incapables de les traiter (1996, 32-33).

4. Conclusion et recommandations

4.1 Conclusion

La problématique du débordement des réseaux unitaires lors d'averses importantes ou d'orages a mis en lumière l'effet de court-circuit de l'urbanisation. En augmentant les surfaces imperméables, l'urbanisation diminue les opportunités pour l'eau de s'infiltrer dans le sol. Il peut en résulter des inondations en aval ou, comme précédemment mentionné, des débordements sanitaires. Dans le cas de la rivière Saint-Charles, de tels débordements interdisent pratiquement tous les usages récréatifs possibles de cette rivière. De plus, en ruissellant sur les surfaces imperméables, l'eau accumule une importante variété de polluants qui contaminent d'autant plus que les eaux pluviales sont rarement traitées. Ainsi, des métaux lourds, des hydrocarbures des pesticides ou encore des matières en suspension, se retrouvent dans le milieu naturel sans traitement. Ce type de pollution pose problème et nécessite une intervention particulière pour l'atténuer, sinon l'arrêter.

Pour contrer les débordements et limiter la pollution provenant du ruissellement urbain, nous avons identifié plusieurs interventions possibles. Ces interventions fonctionnent soit en amont, ou «à la source», ou encore en aval. De plus, certaines d'entre elles ont la caractéristique de pouvoir être implantées tout le long du parcours urbain de l'eau. Cependant, nous avons vu aussi qu'il n'y a pas de solution unique. Elles présentent toutes des avantages et d'importantes limites. Aucune des techniques pour atténuer le court-circuit du cycle urbain de l'eau ne peut être employée seule.

Cette faiblesse de certaines techniques présentées quant au traitement adéquat de la problématique s'est révélée par l'analyse du projet de la Ville de Québec. Ce projet de plusieurs millions de dollars, s'avère une solution à court terme, qui ne permet pas d'embrasser la problématique de la gestion des eaux dans son ensemble. En somme, les solutions possèdent toutes des avantages et des inconvénients, tant dans leur capacité à contrôler la pollution que dans leur capacité à restreindre le ruissellement en milieu urbain. Cette observation suggère que la solution quant à la gestion des eaux de ruissellement en milieu urbain réside peut-être dans un usage combinée de mesures.

La finalité première de ces équipements «hydrologiques» est d'éviter les inondations, réguler les débits dans le réseau hydrique, éviter les débordements sanitaires et minimiser les chocs toxiques sur l'environnement, en diluant la pollution. Les solutions présentées peuvent se classer en deux grands types: celles qui favorisent l'infiltration de l'eau et celles qui permettent le stockage et la régulation des débits. Les aménagements qui favorisent l'infiltration de l'eau possèdent, dans l'ensemble, l'avantage de pouvoir être implantés à peu près partout et de réduire par conséquent, les débits d'eau. Cependant, ils sont généralement incapables de protéger l'environnement contre les

polluants transportés par les eaux de ruissellement. Le second type d'interventions, qui permettent le stockage temporaire de l'eau, présentent l'avantage de pouvoir contrôler certains volumes de pollution tout en régulant les débits pluviaux. Cependant, ils ne peuvent être implantés partout et demande un entretien soigné qui augmente leurs frais d'opération.

De toute évidence, il n'y a pas de solution unique qui puisse limiter les débordements et la pollution par ruissellement urbain. Mais, faut-il le rappeler, les débordements et la pollution par ruissellement urbain sont deux phénomènes qui ne peuvent pas être enrayés, mais seulement contrôlés, limités. C'est donc par un ensemble de mesures, réparties sur l'ensemble du territoire, et non pas uniquement en aval, comme peuvent le prétendre certains, que ces deux phénomènes pourront être restreints. Il s'agit-là en fait d'une forme d'opposition entre l'école traditionnelle d'ingénierie et le courant néo-traditionnel de l'écoingénierie.

4.2 Recommandations

Notre démarche a mis en lumière deux grands principes qui doivent orienter, selon nous, l'intervention. Ces principes sont: 1) favoriser, sur l'ensemble du territoire, l'infiltration de l'eau et 2) favoriser sa rétention pour en permettre le traitement (Ouellet, 1997, 49).

Le premier principe permet de réduire les volumes d'eau à traiter et le second d'éliminer la pollution: moins d'eau il y aura dans les réseaux d'évacuation, moins d'eau il y aura à stocker ou à traiter, plus faibles sont les coûts. Enfin, l'action doit être aussi guidée par le questionnement suivant: quelle quantité de pollution, en provenance du milieu urbain, sommes-nous prêt à tolérer dans l'environnement? C'est à partir de la combinaison de ces deux principes et de ce questionnement que nous avons pris position dans ce dossier. Nous croyons que la pollution doit être conservée à un minimum des plus acceptables qui s'approche du zéro relatif.

À la lumière de ce qui précède, nous appuyons et recommandons les actions suivantes.

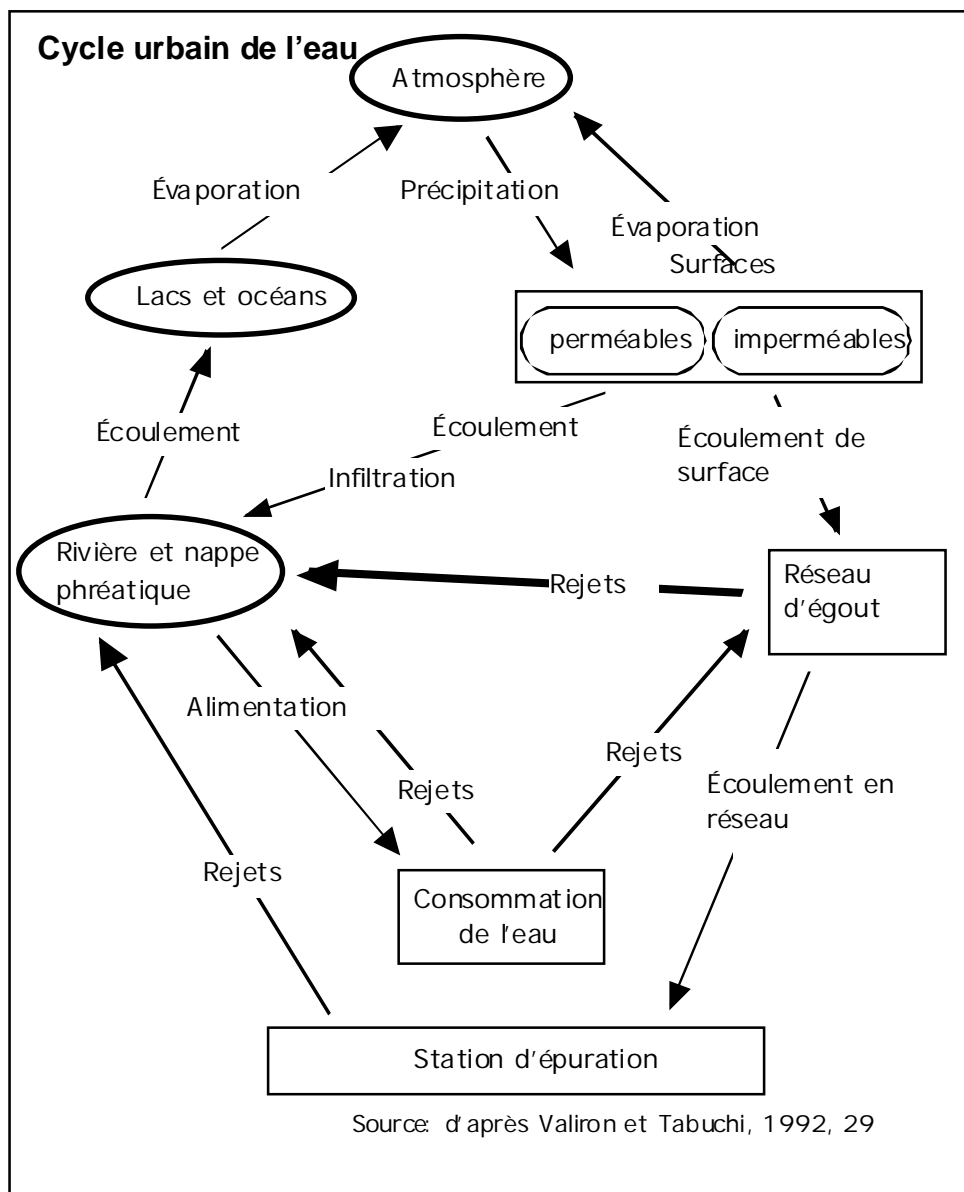
Nous appuyons la volonté de la Ville de Québec de vouloir construire des bassins de rétention pour contrôler les débordements. Cette solution a l'avantage d'être immédiate, d'être directement reliées aux trop-pleins du réseau sanitaire et d'être implantée sur des propriétés municipales. De plus, l'implantation d'un bassin souterrain a l'avantage de ne pas être en communication avec les nappes phréatiques. Enfin, un tel projet a l'immense avantage d'être connecté aux stations d'épuration, ce qui permettra l'assainissement des eaux recueillies. Cependant, ce projet municipal de court terme, constitue une solution d'aval et est trop ponctuel pour être en mesure de maîtriser l'ensemble de la problématique. À la base de cet exemple concret, nous croyons que la Ville de Québec se doit de bonifier son projet avec les actions suivantes (**à noter que ces actions sont autant applicables**

dans la majeure partie des villes québécoises) :

- Augmenter les points d'infiltration pour l'eau sur l'ensemble du territoire. Cette mesure vise à réduire les volumes d'eau circulant dans les réseaux et donc devant être emmagasinés dans les bassins de la ville. Augmenter les surfaces perméables — diminuer les surfaces imperméables — de façon à capter directement les eaux pluviales avant qu'elles n'accumulent dans les rues et sur les surfaces imperméables des polluants. Les toits végétalisés, les citernes domestiques, les tranchées d'infiltration sont autant de mesures qui doivent être mises de l'avant. Il s'agit de mesures à long terme qui permettront de diminuer de façon significative les coefficients de ruissellement. Diminuer les volumes à stocker et à traiter permettra de réduire la dimension des bassins municipaux ainsi que les volumes d'eau à traiter. Aussi, la Ville de Québec, avec son projet, pourra prétendre contrôler pratiquement 100% des débordements puisqu'elle aura de plus faibles volumes d'eau à traiter.
- Améliorer le réseau en réduisant les déversements clandestins en minimisant les intrants d'eaux parasites et en diminuant les pertes tout au long des réseaux. Ce genre de correctifs sont essentiels pour assurer aux systèmes un fonctionnement optimal. Ne pas chercher à améliorer le réseau vient contrecarrer les efforts de la ville dans ses démarches d'assainissement.
- Favoriser l'implantation de dispositifs d'économie d'eau comme les toilettes à faible débit ou des citernes pour l'arrosage des parterres. En permettant d'économiser de l'eau potable, de tels dispositifs envoient aux réseaux d'évacuation des volumes moindres d'eau, ce qui soulage d'autant ces réseaux et «fait de la place» à de nouveaux projets d'expansion urbaine.
- Entrevoir la faisabilité de bassins de rétention d'eau à ciel ouvert pour l'approvisionnement partiel des industries de même que les municipalités pour l'arrosage des végétaux urbains, etc.

Nous considérons que le projet de la Ville de Québec est le meilleur projet pour contrôler la pollution qui affecte la Saint-Charles et le fleuve Saint-Laurent, à condition que ce projet soit bonifié d'actions sur l'ensemble du territoire. Tant que cette solution demeure ponctuelle et unique, elle ne permettra pas, de façon intégrée, de contrôler le ruissellement urbain et la pollution qu'il transporte. Ce projet devrait donc s'accompagner de mesures parallèles qui auraient le double avantage de pouvoir être évaluées directement sur le terrain.

Annexe 1: le cycle urbain de l'eau



Annexe 2: les polluants contenus dans l'eau de pluie, dans l'eau de ruissellement et dans la Saint-Charles

En précipitant, la pluie se charge de divers éléments. Ces derniers ont été résumé au tableau de droite. Valiron et Tabuchi font remarquer que la contribution de la pollution atmosphérique à la pollution des eaux pluviales se situe entre 20 et 25%, sauf pour les métaux lourds où cette contribution atteint 70 à 75% (1992, 33). «La réduction de la pollution atmosphérique peut donc avoir essentiellement un effet sur les métaux lourds contenus dans les eaux de pluie» (*ibidem*).

Lorsque les eaux pluviales circulent sur des surfaces imperméables (rues, aires d'entreposage, etc.), elles accumulent quantités d'éléments polluants. Selon des sources américaines, les ordres de grandeur sont les suivants :

Pollution contenues dans les eaux pluviales

Polluants	Quantités
pH	4 à 7
DCO	20 à 30 mg O ₂ /l
SO ₄	2 à 35 mg/l
Ca	0,5 à 2 mg/l
Na	0,5 à 2 mg/l
Zn	0,02 à 0,08 mg/l
Pb	0 à 0,15 mg/l

Source: Valiron & Tabuchi, 1992, 32

	Résidentiel faible densité individuel	Résidentiel forte densité collectif	Commercial	Petites industries	Routes et autoroutes
Dépôts solides (Kg/Km ² /an)	10 - 80	30 - 210	13 - 180	80 - 290	13 - 1 100
DBO ₅	5200 ppm	3 300 ppm	7 100 ppm	2 900 ppm	2 300 - 10 000 ppm
DCO	40 000 ppm	40/42 000 ppm	39/62 000 ppm	25 000 ppm	53/80 000 ppm
N	480 ppm	55/600 ppm	400 ppm	430 ppm	220/1 000 ppm
Pb	1 570 ppm	1 900 ppm	2 300 ppm	1 600 ppm	450/2 300 ppm
Cd	3,2 ppm	2,7 ppm	2,9 ppm	3,6 ppm	2,1/10,2 ppm
Coliformes fécaux (nb/100 ml)	60/82 000	25/32 000	36000/100 ml	30 000/100ml	19/38 000

Source du tableau: Valiron et Tabuchi, 1992, 36.

«L'analyse granulométrique des poussières montre que 70 à 80% ont un diamètre compris entre 2 et 2 000 microns. Elles représentent 25% de la DCO, 50% à 60% des graisses et caoutchouc, 30% des métaux lourds. Par ailleurs, 35 à 40% de la masse totale des particules ayant un diamètre inférieur à 250 microns, représentent 75% du pouvoir polluant des voiries. Cela explique que le nettoyage des rues par lavage ou balayage classique (i.e. sans aspiration) soit peu efficace, car il n'intéresse que les éléments les plus gros» (Valiron et Tabuchi, 1992, 36). À la lumière de ces chiffres, nous comprenons pourquoi les réseaux séparatifs perdent de leur intérêt. Considérant les charges de polluants que ces eaux peuvent transporter, il paraît aujourd'hui contre-indiqué de retourner directement à l'environnement les eaux de ruissellement urbain.

Les données que nous avons présenté proviennent de relevés américains. Ces chiffres sont donc une bonne estimation de ce qui peut circuler dans les rues des villes du Québec. De façon à mieux coller à la réalité d'ici, nous présentons maintenant quelques données d'un échantillonnage fait dans la rivière Saint-Charles en 1980 (Lavallée et Bernier).

Les échantillons ont tous été prélevés après des averses entre le pont Scott et le barrage Samson. Les concentrations en azote (N) amoniacal augmentent de façon significative après une pluie. La norme de qualité pour la vie aquatique de 0,1 mg/litre est largement dépassée au-delà du pont Scott. Les nitrites et nitrates, dont la norme pour la qualité de la vie aquatique ne doit pas dépasser 0,28 mg/l, dépasse cette norme de 75%. Il en va de même pour le phosphore, dont les concentrations ne doivent pas dépasser 0,030 mg/l. Pour les coliformes fécaux, les mesures ont indiqué jusqu'à 5 000 coliformes par 100 ml d'eau. Il est à souligner que cette contamination «est attribuable [entre autres] à des déversements permanents d'égouts sanitaires en provenance de Les Saules (Ville de Québec) [...]» (Lavallée et Bernier, 1980, 20).

Lors d'averses, la rivière Saint-Charles connaît aussi une hausse des concentration de divers métaux: plomb, zinc, cuivre, chrome, nickel.

Annexe 3: tableau récapitulatif des différentes alternatives pour minimiser les intrants d'eau dans les systèmes d'évacuation.

Solution	Caractéristiques	Contrôle de la pollution	Réduction du débit	Nettoyage	facilité d'implantation	Forces	Limites
Bassins de rétention	Retient l'eau et régularise les débits	Bon, surtout dans le cas des bassins fermés branchés à la station d'épuration	OUI	Annuel. Exige en traitement pour les boues.	Difficile dans les zones déjà construites	Permet un bon contrôle de la pollution, surtout les bassins fermés	Coûts. Les bassins en eau ne peuvent pas contrôler tous les types de polluants
Toits verts	Capte et retiennent une certaine quantité d'eau	Faible, voire nul	OUI	Aucun. Demande cependant un entretien annuel	Implantation limitée par le coût (au moins 3 fois plus cher qu'une toiture standard)	Agit à la source	Risque de rencontrer les craintes des propriétaires. Le coût.
Tranchées d'infiltration	Facilite ponctuellement l'infiltration de l'eau	Nul	OUI	Peut demander le remplacement de la toile géotextile	Facile car implantation de faible surface	Peut être installé à peu près partout et peu coûteux. Discret	N'offre aucun contrôle de la pollution
Puits d'infiltration	Facilite ponctuellement l'infiltration de l'eau	Nul	OUI		Facile car implantation de faible surface	Peut être installé à peu près partout et peu coûteux. Discret	N'offre aucune contrôle de la pollution
Noues	Facilite ponctuellement la rétention de l'eau et son infiltration	Nul	OUI	Aucun, sauf peut-être pour contrôler à l'occasion la végétation	Limitée aux zones de faible densité	Plutôt facile à implanter et présente un bon potentiel esthétique	Aucun contrôle de la pollution et demande assez d'espace
Pavés poreux	Pavé permettant l'infiltration de l'eau	Nul	OUI	À l'occasion puisque le pavé tend à être obstrué	Facile	Permet l'infiltration de l'eau sur place	Aucun contrôle de la pollution et pose un problème avec le gel
Interblocs ajourés	Facilite l'infiltration de l'eau tout en offrant une surface ayant une bonne capacité portante	Nul	OUI	Aucun	Facile, mais limitée aux entrées automobiles domestiques	Son coût et sa facilité d'installation et d'implantation	Aucun contrôle de la pollution et limité à un usage domestique
Nettoyage mécanique	Enlève certains polluants des chaussées	Enlève jusqu'à 30% de la pollution	NON	—	Facile	Peut être utile en système séparatif pour limiter les apports de polluants aux bassins de rétention	Ne parvient pas à «déloger» une très grande quantité de polluants
Traitement des rejets indus.		Permet de diminuer la toxicité des rejets.	NON	Selon le système de traitement	Selon les besoins des usines	Transfère le coût de la pollution aux pollueurs	Le coût d'implantation
Amélioration du réseau			OUI				
Citernes domestiques	Recueille l'eau des toitures	Aucun	OUI	Aucun	Facile	Permet de minimiser l'utilisation d'eau potable pour l'arrosage des jardins	Résistance des propriétaires. Utilisation à long terme.

Solution	Caractéristiques	Contrôle de la pollution	Réduction du débit	Nettoyage	facilité d'implantation	Forces	Limites
Toilettes à faible débit	Utilise moins d'eau à chaque chasse	Aucun	OUI	—	Facile. Demande cependant des campagnes de sensibilisation	Minimise les intrants dans le réseau	Mesure à long terme
Incitation fiscale	Taxation à la surface imperméable	Aucun	NON	—	Facile, mais risque de rencontrer le mécontentement des propriétaires	Permet de financer les stations d'épuration	Encore une autre taxe...
Approche par le zonage	Obliger le traitement des eaux de ruissellement sur les projets urbains	Selon les méthodes retenues	Selon les méthodes retenues	Selon les méthodes retenues	Selon les méthodes retenues	Selon les méthodes retenues	Limité par la concurrence intermunicipale

Annexe 4: le projet Le Breton Flats

Bassin de rétention

parc

Bibliographie

Blais, Denis et Poirier, Chantal (1991a), *Reverdier la ville: étude de cas n°1. Toit-jardin 160 côte Dambourges*, Québec. École d'Architecture, Université Laval, Québec.

Boivin, Marie-Anne et Challies, George (1998), «Technical: greening the roofscape» dans *Canadian Architect*, février, non paginé.

Brabant, Danielle (1997), «Un jardin sur la tête» dans *Ressources*, avril, pp. 32-35).

Comité de vigilance pour l'épuration des eaux (CVEE) (1996), *Rapport aux citoyens de la Communauté urbaine de Québec*.

Délégation aux Risques majeurs (1991), *Reconcilier l'eau et la ville par la maîtrise des eaux pluviales*», Paris, Service technique de l'urbanisme.

Hough, Michale (1995), *Cities and natural process*. New York, Routledge.

Mineau, Danielle (1997), «Des jardins entre ciel et terre», dans *Québec vert*, volume 19, n°3, mars, pp 6-22.

Munson, Bruce; Young, Donald F.; Okiishi, Theodore H. (1990), *Fundamentals of fluid mechanics*, New York, John Wiley & Sons.

Poirier, Chantal et Blais, Denis (1991), *Reverdier la ville: étude de cas n°2. Toit-jardin du Château Frontenac*, Québec. École d'Architecture, Université Laval, Québec.

Pouliot, François (1997), «Sale rivière: l'organisation "Rivière vivante" donne un coup de pouce à la Saint-Charles» in *Le Soleil*, premier juin.

Service Technique de l'Urbanisme (STU) (1994), *Guide technique des bassins de retenue d'eaux pluviales*, Paris, Lavoisier Tec&Doc.

Soprema (non daté), *Manuel technique*.

Tabeaud, Martine (1998), *La climatologie générale*. Collection Géographie synthèse, Paris, Armand Colin.

Tynan, Kelly (1998), «Growth factor. Soprema Canada is putting gardens in the sky» dans *Montreal Gazette*, 20 juillet, polycopie.

Valiron, F. et Tabuchi, J.-P. (1992), *Maîtrise de la pollution urbaine par temps de pluie: état de l'art*. Paris, Tec&Doc, Lavoisier.

Ville de Québec (1988), *Rivière Saint-Charles, zone d'aménagement. Plan directeur d'aménagement et de développement de la Ville de Québec*.

Sites sur la toile

City farmer (1999), *Urban agriculture notes*. <http://www.cityfarmer.org/rooftop59.html#rooftop>.

Environmental Protection Agency (EPA) (1997), Managing Urban Runoff. A series of fact sheets on nonpoint source (NOS) pollution.

<http://www.epa.gov/OWOW/NPS/facts/point7.htm>

Webber, Tammy (1999), «Green roofs cool city rooftop gardens in Chicago to fight, heat» dans *Urban agriculture notes*.

<http://www.cityfarmer.org/greenroofs.html#greenro>.