

Université de Montréal

**Réduction du ruissellement par l'augmentation de surfaces perméables : évaluation
de 2 scénarios d'aménagement d'un ensemble résidentiel à Laval**

par
Catherine Fernet

Faculté de l'Aménagement

Mémoire présenté à la Faculté des études supérieures
en vue de l'obtention du grade de M.Sc.A., aménagement
option Aménagement

Juillet 2013

©Catherine Fernet, 2013

Université de Montréal
Faculté des études supérieures

Ce mémoire intitulé :

**Réduction du ruissellement par l'augmentation de surfaces perméables : évaluation
de 2 scénarios d'aménagement d'un ensemble résidentiel à Laval**

Présenté par :
Catherine Fernet

A été évalué par un jury composé des personnes suivantes :

Marie Lessard
président-rapporteur

Danielle Dagenais
directrice de recherche

Bernard Saint-Denis
codirecteur

Daniel Pearl
membre du jury

RESUME EN FRANÇAIS

Réduction du ruissellement par l'augmentation de surfaces perméables : évaluation de 2 scénarios d'aménagement d'un ensemble résidentiel à Laval

Mots clefs : conservation des espaces verts en milieu urbain, gestion intégrée du ruissellement, planification résidentielle à faible impact, planification urbaine, pratiques de gestion optimales des eaux pluviales végétalisées (PGOV), quartier vert, scénario d'aménagement

L'implantation répandue de nouveaux quartiers résidentiels sur le territoire de la périphérie urbaine est en partie responsable de la baisse du couvert végétal et de l'augmentation des surfaces imperméables à grande échelle. Les villes sont maintenant aux prises avec une augmentation constante de la production de ruissellement qu'elles doivent gérer au moyen d'un vaste réseau d'égouts et de canalisations.

Des données sur les impacts de ces modèles de quartier résidentiel nous révèlent que cette forme d'habitat provoque la dégradation des milieux naturels et aquatiques.

La présente étude vise à mettre à l'épreuve la stratégie d'aménagement de *l'Open space design* en comparant l'effet de trois situations d'aménagement d'ensembles résidentiels sur le coefficient de ruissellement pondéré (C_p). Les trois situations étudiées sont **1** : le développement actuel tel que conçu par le promoteur, **2** : un scénario de quartier visant la préservation des cours d'eau existants ainsi qu'une réduction des lots et des surfaces imperméables et **3** : un quartier avec des types d'habitation plus denses.

Les coefficients pondérés obtenus sont respectivement de 0,50 pour le quartier actuel, de 0,40 pour le scénario 1 et de 0,34 pour le scénario 2. Au terme de cet exercice, il apparaît, d'une part, que la densification du bâti, la nature des surfaces et l'organisation spatiale peuvent concourir à diminuer la production de ruissellement d'un quartier. Cette étude permet de situer l'importance de la gestion du ruissellement dans la planification et l'aménagement du territoire.

RÉSUMÉ EN ANGLAIS

Design for a residential neighborhood in the City of Laval which reduces the production of runoff by increasing permeable surfaces

Key words: best management practices of stormwater management, conservation of green spaces in urban areas, green neighborhood, integrated management of runoff, low-impact residential planning, open space residential design (OSRD), sustainable neighbourhood, urban planning

The widespread introduction of new residential developments in the urban periphery is partly responsible for declining vegetation cover and a large scale increase in impervious surfaces. Cities are now grappling with a constant increase in runoff, which they have to manage through a vast network of sewers and drains.

Data on the impacts of current residential models reveal that this form of development causes the degradation of natural and aquatic environments.

The present study aims to test *Open space design* strategy by comparing the effect of three development situations on the weighted runoff coefficient (C_w). The three situations are **1**: the actual development as conceived by the project's promoter; **2**: development aimed at preserving existing streams, reducing lot sizes and impervious surfaces; and **3**: a higher-density cluster development plan.

The weighted coefficients obtained are 0.50 for scenario 1, 0.40 for scenario 2 and 0.34 for scenario 3. As a result, it appears that the density of the structures, the nature of the surfaces and the spatial organization can all contribute to reducing the runoff in a given area. This study underlines the importance of runoff management in planning and land use.

TABLE DES MATIERES

INTRODUCTION.....	1
CHAPITRE 1 PROBLEMATIQUE ET QUESTIONS DE RECHERCHE.....	5
1.1 QUARTIER RESIDENTIEL ET SES EFFETS SUR L'ENVIRONNEMENT.....	5
1.1.1 Modèle d'ensembles résidentiels en périphérie et ruissellement	5
1.1.2 Imperméabilisation des sols et impacts sur les volumes, les débits et la qualité de l'eau de ruissellement	11
1.1.3 Modèle de gestion des eaux de surface appliqué en vertu des ensembles résidentiels.....	14
1.1.4 Impacts environnementaux des ensembles résidentiels.....	16
1.1.4.1 <i>Perte du couvert végétal.....</i>	<i>17</i>
1.1.4.2 <i>Dégradation des milieux naturels aquatiques.....</i>	<i>18</i>
1.2 PRINCIPES ET MODELES ALTERNATIFS : IMPACTS SUR LES FORMES DE DEVELOPPEMENT RESIDENTIEL	20
1.2.1 Approche du <i>LID</i>	21
1.2.2 Stratégie du <i>Conservation design</i> et l' <i>Open Space Design</i>	24
1.2.3 Conservation et création d'espaces verts	29
1.2.4 Aménagement ou conservation de bandes riveraines	30
1.2.5 Organisation spatiale et densité urbaine	33
1.2.6 Réduction des surfaces imperméables	36
1.2.6.1 <i>Dimensionnement des lots et largeur des rues</i>	<i>37</i>
1.2.6.2 <i>Effet de la pelouse</i>	<i>39</i>
1.3 QUESTIONS DE RECHERCHE	40
1.4 OBJECTIFS DE LA RECHERCHE.....	42
1.5 ESQUISSE DE LA METHODE.....	43
1.6 PRESENTATION DES SECTIONS DU MEMOIRE	43
CHAPITRE 2 METHODOLOGIE	45
2.1 METHODES CHOISIES	45
2.1.1 Étude de cas.....	45
2.1.2 Analyses comparatives de la performance du ruissellement selon quatre situations d'aménagement	46
2.2 CUEILLETTE ET TRAITEMENT DES DONNEES.....	50
2.2.1 Unité d'observation	50
2.2.2 Documents utiles au recensement des données	52
2.2.3 Description des étapes de travail	53
2.2.3.1 <i>Traçage informatique et compilation des données.....</i>	<i>53</i>
2.2.3.2 <i>Calcul du coefficient de ruissellement pondéré (Cp)</i>	<i>54</i>

2.2.4	Création d'un tableau de valeurs de coefficients de ruissellement	56
CHAPITRE 3 GESTION DU RUISSELLEMENT SUR LE SITE OBJECTIFS ET PERFORMANCE DES TECHNIQUES VERTES		61
3.1	STRUCTURES D'INFILTRATION.....	61
3.1.1	Bassin d'infiltration	61
3.1.2	Zones de bio-rétention	62
3.1.3	Baïssières herbacées	67
3.1.4	Pavages filtrants.....	70
3.2	STRUCTURE DE RETENTION.....	72
3.2.1	Bassin de rétention.....	73
CHAPITRE 4 ÉTUDE DE CAS D'UN QUARTIER RESIDENTIEL		75
4.1	OCCUPATION DU SITE AVANT LE DEVELOPPEMENT DU QUARTIER RESIDENTIEL	75
4.2	DESCRIPTION ET DIAGNOSTIC DU QUARTIER RESIDENTIEL ACTUEL	80
4.2.1	Types d'habitation	80
4.2.2	Drainage	83
4.2.3	Aménagements publics.....	85
4.2.4	Résultat du calcul de coefficient de ruissellement.....	86
4.3	SCENARIO 1 : PROPOSITION REVISEE DU QUARTIER ACTUEL.....	90
4.3.1	Zone tampon végétalisée et espaces à protéger	92
4.3.2	Types d'habitation du projet.....	94
4.3.3	Rues et emprises	95
4.3.4	Corridors verts	96
4.3.5	Organisation de la parcelle	97
4.3.6	Résultat du calcul de coefficient de ruissellement.....	101
4.4	SCENARIO 2 : PROPOSITION QUI OPTIMISE LA DENSITE DU QUARTIER	104
4.4.1	Limites du terrain.....	106
4.4.2	Espaces protégés.....	107
4.4.3	Trame urbaine de rues	108
4.4.4	Îlot urbain	113
4.4.5	Calcul du coefficient de ruissellement.....	115
4.5	COMPARAISONS ENTRE LES SCÉNARIOS ET TYPE D'HABITATION DU POINT DE VUE DE LA DENSITÉ ET DE L'IMPACT SUR LES SUPERFICIES DE SURFACES IMPERMÉABLES	117
CHAPITRE 5 BILAN ET DISCUSSION		123
5.1	SIGNIFICATION ET PORTEE DES RESULTATS.....	123
5.2	LIMITES DE L'ETUDE DE CAS.....	126
CONCLUSION		130
BIBLIOGRAPHIE.....		136

ANNEXES	I47
Annexe 1 : Comparaison des impacts entre un quartier planifié de manière conventionnelle et un autre selon le <i>LID</i> (EPA, 2005, p. 14-15)	ii
Annexe 2 : Tableau tiré du document : Efficacité des bandes riveraines : analyse de la documentation scientifique et perspective (Gagnon <i>et al</i> , 2007)	iv
Annexe 3: Exemple de différents types de logements ayant la même densité (CMQ, 2012, p. 24-25)	v
Annexe 4 : Détermination des valeurs de coefficients de ruissellement <i>C</i> pour chaque type de surface identifié	vii
Annexe 5 : Profil socio-économique de l'ex-municipalité 2001 : Sainte-Dorothée (Benoits, 2009, sur : http://www.ville.laval.qc.ca)	xxi
Annexe 6 : Photos aériennes utilisées pour l'étude	xxiii
Annexe 7 : Articles de journaux sur Villas-sur-Rive (St-Amour, 2004, www.lsr.ca)	xxvii
Annexe 8 : Plans concepts d'aménagement du parc riverain de la Rivière-des-Prairies et du parc central aux abords du ruisseau Marineau	xxx
Annexe 9 : Extrait modifié de la carte de la géologie des dépôts meubles (Blanchard, 1987)	xxxix
Annexe 10 : Quatre tableaux des coefficients de ruissellement utilisés pour fins comparatives et ayant aidé à la création d'une nouvelle charte	xxxii
Annexe 11 : Calcul des superficies des quatre situations d'aménagement	xxxv

LISTE DES FIGURES

Figure 1.1 - Occupation boisée du sol, 1998 (Baudouin <i>et al.</i> , 2008, p. 45)	7
Figure 1.2 - Occupation urbaine du sol, 2005 (Baudouin <i>et al.</i> , 2008, p. 45)	7
Figure 1.3 - Changements hydrologiques en lien avec la densité d'occupation du sol (Prince George County, 1999, Ch.2, p.9).....	10
Figure 1.4 - Dessins et légende tirés du site Internet : Urban Design Tool : Low impact Development (Low Impact Development Center inc., 2007); auteur des dessins : sketch A was adapted from Prince George's County, MD, <i>LID IMP Guidance Document</i> , 2002 et sketch B was modified from <i>Start at the Source</i> as provided by Bay Area Stormwater Management Agencies Association and illustrator Patric Dawe ...	23
Figure 1.5 - Division d'un développement basée sur la stratégie du <i>Conservation design</i> où il est privilégié de préserver la végétation existante, Maryland. (France, 2002, p. 308).	25
Figure 1.6 - À gauche, 72 lots conventionnels; au centre, divisions de 72 lots basées sur la stratégie de <i>l'Open space design</i> , qui planifie des espaces réservés à la végétalisation. À droite, divisions de 66 lots basées sur la stratégie de <i>l'Open space design</i> , mais à l'intérieur d'une trame urbaine plus organique. Tiré du Minnesota Stormwater manuel (MPCA, 2008, p. 98, chap. 4).	27
Figure 1.7 - Schémas d'un quartier de 96 acres au Sussex County, Delaware. Comparaison entre design conventionnel et <i>LID</i> . À gauche, un design conventionnel : 142 lots d'un demi-acre où 100 % du terrain est perturbé après la construction. On retrouve 29 % d'imperméabilité, les rues sont de dimensions conventionnelles et la gestion des eaux est effectuée par les bordures de rue et les égouts (Curb and gutter). L'eau est ensuite acheminée dans deux bassins de rétention. Au centre, un design ayant la forme d'un parc utilisant moins de superficie et où les habitations sont plus concentrées (<i>Open space design</i>); à droite, un design en grappes d'îlots (Clustered) concentré autour d'un petit village (EPA, 2005, p. 13).	27
Figure 1.8 - Zone tampon en bordure d'une rive, vue en coupe (PAN, 2000, p. 2)	32
Figure 1.9 - Comparaison de différentes densités d'habitation (adapté EPA, 2006, p.13).....	34
Figure 1.10 - Schémas démontrant l'impact de règlements municipaux qui peuvent influencer l'imperméabilité de la parcelle. La parcelle A représente une situation où la réglementation suggère des marges de recul éloignées de la rue ainsi que des marges latérales plus larges, alors que la parcelle B propose un lotissement où les marges latérales sont moins larges et celles de recul, moins éloignées, ce qui se traduit par une plus grande cour arrière (Stone Jr, 2004, p. 104)	38
Figure 2.1 - Carte régionale montrant une partie de l'île de Laval et de Montréal ainsi que l'emplacement du développement résidentiel choisi (Google map, 2010)	51
Figure 2.2 - Section de traçage d'une photo aérienne (google.ca, 2008)	54
Figure 3.1 - Coupe type d'un jardin pluvial (EPA, 1999b; MPCA, 2008; Prince George County, 1999).....	65
Figure 3.2 - Exemple d'une zone de biorétention insérée dans la pelouse d'un quartier résidentiel (Prince George's County, 2007, p. 21)	66
Figure 3.3 - Coupe type de la baissière (MPCA, 2008 et de Liptan & Murase, 2002).....	68

Figure 3.4 - Exemple de baissière le long d'une route employant la végétation comme filtre (Prince George's County, 2007, p. 19)	69
Figure 3.5 - Bassin de rétention végétalisé (www.Prairiecrossing.com).....	73
Figure 4.1 - Photo aérienne prise avant la construction du développement domiciliaire en 2004. On note les différents îlots boisés ainsi que des chemins de terre (Google Earth, (2002)) Note : L'année inscrite sur la photo indique l'année de la consultation et non l'année représentant la situation du terrain.	76
Figure 4.2 - Schéma de la situation du terrain avant développement Source : Adapté de Jodoin, (2003); Ville de Laval, (2000) et Google Earth, (2002)	79
Figure 4.3 - Différents modèles d'habitation et aménagements du quartier actuel	82
Figure 4.4 - Drainage et pentes recommandées autour d'un bâtiment résidentiel (MOE, 2003 dans Réseau Environnement, 2010, p. Chapitre 5 - 6)	83
Figure 4.5 - Exemple d'une gouttière qui se déverse dans le stationnement et dont les écoulements se dirigent vers la rue et puis vers le puisard. On peut également noter que le terrain en façade est incliné vers la rue. Ici, des aménagements paysagers peuvent faciliter l'infiltration ou, du moins, freiner l'eau ruisselant sur la parcelle.	84
Figure 4.6 - Aménagements paysagers du parc central à l'intérieur de la ligne des hautes eaux de 20 ans. On peut y voir le ruisseau Marineau et un bassin de rétention attendant ainsi que quelques arbres matures conservés (www.villassurrive.com).	86
Figure 4.7 - Schéma du quartier actuel proposé par le promoteur (Adapté de Jodoin, (2003); Ville de Laval, (2007); et Google Earth, (2008))	89
Figure 4.8 - Exemple d'aménagement de la parcelle et de l'emprise de rue	98
Figure 4.9 - Schéma du scénario 1 (Source : Adapté de Jodoin, 2003).....	100
Figure 4.10 - Schémas du scénario 2 : Proposition qui optimise la densité du quartier (Adapté de Jodoin, (2003))	111
Figure 4.11 - Section du plan agrandi montrant l'intérieur d'un îlot avec deux différents types d'habitation. On peut également y observer les baissières en vert pâle autour de l'îlot, le jardin de biorétention au centre et les corridors verts qui le traversent	114
Figure 4.12 - Coupes montrant l'interface entre les bâtiments et la rue	116
Figure 4.13 - Zones de densité du quartier actuel	118
Figure 4.14 - Zones de densité du scénario 1	118

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 2.1 - Description des quatre situations d'aménagement analysées dans notre étude	48
Tableau 2.2 - Extrait de la grille servant de support à la compilation des données	55
Tableau 2.3 - Listes de coefficients de ruissellement par auteur	59
Tableau 3.1 - Comparaison des taux d'infiltration (cm/h) de différentes surfaces (Claussen, 2004 dans EPA, 1999)	71
Tableau 4.1 - Tableau synthèse des superficies et coefficients de ruissellement pondérés du terrain avant le développement	77
Tableau 4.2 - Nombre de logements et bâtiments du développement actuel	79
Tableau 4.3 - Tableau synthèse des superficies et des types de surfaces présentes dans le quartier actuel	86
Tableau 4.4 - Nombre de logements et bâtiments du scénario 1	95
Tableau 4.5 - Tableau synthèse des superficies du scénario 1 : proposition révisée du quartier actuel	101
Tableau 4.6 - Nombre de logements et bâtiments du scénario 2	113
Tableau 4.7 - Tableau synthèse des superficies du scénario 2	117
Tableau 4.8 - Impact de la densité nette par type de logement sur le ruissellement	120

LISTE DES GRAPHIQUES

Graphique 1.1 - Pourcentage des surfaces imperméables comme usage dans nos modes d'établissement actuel (Ferguson, 1998)	11
Graphique 4.1 - Proportion des surfaces perméables et imperméables par rapport à la surface totale du site visé par l'étude de cas	121

LISTE DES ABREVIATIONS

A : Aire de caractéristique

BASMAA : Bay Area Stormwater Management Agencies Association

BMPs : Best Management Practices

Cp : Coefficient de ruissellement pondéré

EPA : Environmental Protection Agency

LID : Low Impact Development

M.E.S. : Matière en suspension

MDDEP : Ministère du Développement Durable, de l'Environnement et des Parcs

MPCA : Minnesota Pollution Control Agency

N : Nombre de sous-surface

OSRD : Open Space Residential Design

PGDER : Prince George's County Department of Environmental Resources

PGOV : Pratiques de gestion optimales des eaux pluviales végétalisées

REMERCIEMENTS

En préambule à ce mémoire, je remercie chaleureusement toutes les personnes qui m'ont soutenue tout au long de cet ambitieux projet :

Mon père qui m'a accompagnée tout au long du processus d'écriture et qui m'a relue plusieurs fois;

Mon frère qui, sans le savoir, a contribué à la réussite de ce travail tout simplement en ayant confiance en moi;

Ma mère qui, avec son grand cœur de mère, n'a jamais cessé de me soutenir matériellement et moralement pour que je puisse mener à terme mes études. Grâce à son regard d'architecte paysagiste, elle a cru en moi et en la valeur de ma production;

Mon amoureux, Oscar, et mes filles, Emma et Béatrice, pour leur support et leurs sacrifices sans lesquels je n'aurais pas achevé ce présent mémoire;

Mes meilleurs amis, Gabrielle, Laurent, Jean-Philippe et Philomène, qui sont demeurés constamment à l'écoute durant mes périodes de doutes et de découragements.

À tous, je vous exprime mon affection et ma gratitude.

Merci mille fois.

INTRODUCTION

Pour diverses raisons, entre autres culturelles, économiques et politiques, plus de 50 % des humains vivent en ville (Nations Unies, 2007). Les villes s'élargissent vers la périphérie et s'étalent à un rythme accéléré, non sans conséquences cependant sur les milieux naturels ainsi que sur les espèces fauniques et floristiques qui les habitent.

Dans la grande région de Montréal, entre 1950 et 2000, alors que l'occupation de la population du centre-ville diminue de 20 %, celle de la périphérie augmente de plus de 80 % (Oswalt et Rieniets, 2006). Les auteurs Baudouin et Cavayas (2008) ont pu relever que le développement résidentiel est en grande partie responsable du rythme accéléré de l'étalement urbain entre 1966 à 1994. Ce dernier a cru de 14 km² par année contre 3,5 km² par année pour les développements industriel et commercial ensemble. Ce dernier chiffre augmente à 10 km² par année pendant la période comprise entre 1994 et 2005. Les habitations résidentielles sont sans équivoque le type d'occupation au sol qui «consomme» le plus de territoire (Baudouin *et al.*, 2008).

Année après année, nous comptabilisons plusieurs effets néfastes découlant du modèle répandu de quartiers résidentiels et de la manière dont il s'implante. En effet, notre recension des écrits révèle certains problèmes, notamment ceux liés à l'abondance de surfaces imperméables et à la perte du couvert végétal sur de longues étendues de territoire qui entraînent une augmentation de la production de ruissellement pluvial.

Le ruissellement urbain pluvial est la résultante d'une perte de surfaces perméables au détriment de l'augmentation des surfaces imperméables liées à l'établissement des quartiers composés de bâtiments, d'un réseau viaire et d'autres aménagements privés ou publics. L'eau ne pouvant plus s'infiltrer dans le sol, elle reste en surface et s'écoule par gravité jusqu'à ce qu'on la récupère. À cet effet, les villes mettent en place des réseaux d'égouts de grande capacité qui peuvent collecter ces eaux et les acheminer à l'exutoire : soit les milieux naturels hydriques.

On recense de plus en plus les impacts dévastateurs de ces réseaux sur les milieux naturels récepteurs. Des données nous révèlent que le taux de pollution du ruissellement qui se déverse dans les cours d'eau nuit à la faune en plus de déformer l'assise physique des milieux, pour ne nommer que quelques-uns des impacts identifiés. On peut donc se demander si la viabilité du modèle de développement résidentiel actuel ne devrait pas être remise en cause.

La présente étude se penche sur des moyens d'abaisser le taux de ruissellement des eaux pluviales par l'introduction dans les quartiers résidentiels de mesures qui tiennent à la fois de l'augmentation des superficies perméables, de l'introduction de dispositifs de gestion des eaux de surface et d'infiltration et de la maximisation de la couverture végétale.

En outre, l'angle d'approche choisi pour traiter ce sujet est celui qui s'intéresse aux différents modes d'implantation de quartiers à faible impact qui peuvent influencer la production de ruissellement. Notre recension des écrits rapporte différents principes et stratégies d'organisation de l'espace de quartiers ainsi que l'ajout de pratiques de gestion optimales des eaux pluviales végétalisées (PGOV) qui ont des répercussions positives sur les volumes de ruissellement produits.

Au premier chapitre, nous apportons des précisions sur les liens de cause à effet direct qui existent entre l'imperméabilisation des sols, la production du ruissellement et les impacts environnementaux qui découlent du modèle de développement résidentiel actuel.

Nous examinons ensuite sur quels principes de composition peut s'appuyer un modèle alternatif de planification d'ensemble résidentiel pour diminuer sa production de ruissellement.

Après avoir énoncé notre question de recherche, nous poursuivons au deuxième chapitre en introduisant une description des objectifs de notre recherche et les méthodes employées pour les atteindre.

Le premier objectif général de notre recherche est de faire état du modèle actuel d'un ensemble résidentiel au Québec en étudiant le cas particulier d'un quartier résidentiel à Ville de Laval. Cet ensemble résidentiel est principalement analysé du point de vue des quantités de surfaces imperméables et perméables qui se dégagent des mœurs actuelles d'aménagement. Par la suite, nous faisons ressortir les faiblesses du modèle actuel d'urbanisation résidentielle.

Le deuxième objectif général de notre recherche est de présenter deux scénarios de projet de quartier résidentiel qui offrent différentes alternatives d'aménagements d'ensemble inspirées des stratégies d'aménagement de *l'Open space design (OSD)* et du *Conservation design*. Au-delà de la présentation de scénarios de projet amélioré, nous désirons faire ressortir les facteurs présumés être en cause dans la production de ruissellement soit : la densification de l'habitat, l'organisation spatiale, ainsi que la nature des surfaces d'un quartier.

Dans le troisième chapitre, nous présentons brièvement une description des pratiques de gestion optimales des eaux pluviales végétalisées (PGOV) pouvant atténuer les impacts du ruissellement sur l'environnement.

Le quatrième chapitre montre les résultats de l'étude de cas. Y est présentée chacune des situations de développement accompagnée du coefficient de ruissellement pondéré (C_p). Ce résultat chiffré reflète l'importance de la production de ruissellement du site dans son évolution, partant de la situation avant le développement et passant par le développement actuel vers deux scénarios de quartiers à faible impact.

Ensuite, nous discutons de la signification des résultats obtenus de l'étude de cas en regard des trois facteurs en cause dans la production du ruissellement énoncés au départ ainsi que des limites de la recherche.

Enfin, nous abordons la conclusion de ce mémoire en portant un regard sur la manière dont certaines pistes de solution traitées dans cette recherche pourraient davantage être développées dans une optique où l'aménagiste puisse se tourner dans le futur vers une prise de décisions plus éclairée.

CHAPITRE 1

PROBLEMATIQUE ET QUESTIONS DE RECHERCHE

1.1 QUARTIER RESIDENTIEL ET SES EFFETS SUR L'ENVIRONNEMENT

La présente section comporte quatre sous-sections qui décrivent le développement résidentiel du point de vue de l'aménagement du territoire ainsi que les inconvénients et les problèmes qu'il cause sur l'environnement. Les sections se détaillent comme suit : 1) le modèle des ensembles résidentiels en périphérie et le ruissellement ; 2) l'imperméabilisation des sols et les impacts sur les volumes, les débits et la qualité de l'eau de ruissellement; 3) le modèle de gestion des eaux de ruissellement généralement en usage dans les ensembles résidentiels et, finalement, 4) les impacts environnementaux des ensembles résidentiels dont la perte de biodiversité de la faune terrestre est causée par la réduction du couvert végétal et la dégradation des milieux naturels aquatiques.

1.1.1 MODELE D'ENSEMBLES RESIDENTIELS EN PERIPHERIE ET RUISSELLEMENT

Communément d'apparence architecturale uniforme, le modèle de quartiers résidentiel type se définit par un réseau de rues, parfois complexe, un lotissement et des bâtiments (Panerai *et al.*, 2005). Les autres usages, commercial ou industriel, se situent habituellement à l'extérieur de ces ensembles aménagés de manière concentrée en mégacomplexes sous leur propre dénomination (Vivre en Ville, 2004).

Cette forme urbaine se caractérise essentiellement par la présence d'une maison individuelle (aussi appelée *maison isolée*) sur chaque parcelle de terrain (SCHL, 2010). La taille du terrain peut varier et la maison peut habituellement être implantée librement (Panerai *et al.*, 2005). Le plus souvent, elle est accompagnée d'un garage. Les lots sur lesquels sont implantées les maisons doivent généralement être orientés de façon à recevoir un maximum d'ensoleillement, à préserver le drainage naturel du site et à contourner les caractéristiques naturelles, comme les cours d'eau, ou les éléments bâtis, comme les monuments, etc. (MAMROT, consulté en juillet 2013).

En raison de l'établissement croissant de ces quartiers durant les cinquante dernières années, de grandes superficies boisées ont été rasées (Baudouin et Cavayas, 2008; Ville de Montréal, 2004). L'image satellite à haute résolution (Figure 1.1) et l'image Google (Figure 1.2) ci-dessous montrent cet état de fait par la perte de végétation encourue par le développement d'un quartier entre les années 1998 et 2007, sur le territoire de la ville de Blainville. Cet exemple est typique, où pratiquement toute la végétation a disparu sans qu'aucun îlot boisé n'ait été préservé au centre des habitations. Le lac a cependant été préservé et fait maintenant partie d'un terrain de golf, celui de Fontainebleau¹.

De plus, selon des études récentes de Baudouin *et al.* (2008), cette forme de constructions résidentielles laisse également très peu de végétation au sein d'un quartier au profit d'une accumulation de surfaces imperméables après sa construction. Ce type de croissance urbaine entraîne notamment une perte de biodiversité, contribue à l'augmentation d'îlots de chaleur et à l'augmentation de ruissellement urbain.

Pourtant, il est prévu par la loi que les municipalités doivent dédier certains espaces à des fins naturelles, des parcs, des réseaux piétonniers ou de conservation des arbres existants dans le but de favoriser le maintien de la biodiversité et d'augmenter la valeur qualitative des quartiers (MAMROT, consulté en juillet 2013).

Pour s'assurer de protéger un minimum de superficie d'espaces verts et compte tenu des ressources limitées de la municipalité pour fins d'acquisition de terrains, celle-ci a le pouvoir d'exiger, en vertu de la *Loi sur l'aménagement et l'urbanisme* (LAU, art. 117.1 à 117.16), une contribution des propriétaires ou des promoteurs lors du lotissement ou de la construction d'un terrain. Cette contribution

¹ La Figure 1.2 montre également un type de grille de rues et d'îlots très répandu dans les nouveaux quartiers. On peut le qualifier « d'organique » à cause des variabilités d'îlots rencontrées et des tracés irréguliers empruntés par les rues qui épousent les formes « naturelles » du golf. Ce style permet d'accommoder les contraintes de terrain et d'obtenir un effet pittoresque (Harris *et al.*, 1998).



Figure 1.1 - Occupation boisée du sol 1998, image IRS panchromatique, env. 5 m de résolution spatiale (Baudouin *et al.*, 1998, p. 45)



Figure 1.2 - Occupation urbaine du sol, 2007, Image Google earth 2007 (page consultée en juillet 2013)

peut soit prendre la forme d'un don d'au plus 10 % de la superficie de l'ensemble du site visé ou d'au plus 10 % en argent de la valeur du terrain. Cette contribution peut aussi ressembler à une portion en superficie et une autre en argent, mais ne doit pas excéder 10 % de la valeur du site. Les sommes qui sont reçues de la part des propriétaires peuvent servir à l'achat de terrains naturels, de matériel ou de jeux pour les parcs ou de végétaux (MAMROT, consulté en juillet 2013; Fontaine, 2011).

Même si cette superficie de 10 % constitue un minimum d'espaces verts dans le tissu urbain², plusieurs critiquent que cela n'est pas suffisant pour que la population en retire des bienfaits. On dénonce également le manque d'encadrement vis-à-vis le respect de cette loi qui devrait normalement établir des critères écologiques pour l'aménagement de ces espaces et participer au maintien d'une biodiversité locale.

Conséquemment, on constate que les environnements des ensembles résidentiels ont tendance à renfermer une végétation plutôt homogène et sont la cause d'une perte importante de biodiversité floristique et faunique (McKinney, 2002). Ce fait s'observe notamment dans les parcs de quartiers où les surfaces de gazons priment sur les aménagements plus « naturels », ce qui a des effets négatifs sur la conservation des espèces locales (Arce, 2009). Comme les pratiques actuelles de développement qui impliquent de retirer toutes les surfaces de végétation pour rendre la construction des maisons plus accessible, la machinerie est en partie responsable de la baisse de la présence d'espèces indigènes et également de la hausse de la présence d'espèces horticoles. Une fois les constructions terminées et que les sols sont à nus, les résidents des nouveaux quartiers tendent à réintroduire des espèces d'arbustes et d'arbres non indigènes et à recouvrir le sol de gazon (Wasowski et Wasowski, 2000). Comme suite à ces bouleversements dans la composition végétale des milieux, la succession des plantes indigènes, dans bien des cas, ne peut être assurée puisque certaines espèces sont moins présentes sur le territoire. Ainsi, la diminution de la qualité et de la quantité du couvert végétal

² Selon des recherches faites par Fontaine (2009), seulement 52 % des municipalités recensées ont exigé le 10 % prescrit par la loi. Cela veut donc dire qu'il existe certains quartiers où aucun espace vert commun n'est accessible.

conduit à l'appauvrissement de la diversité des espèces fauniques (McKinney, 2002).

Comme conséquence de la réduction des superficies du couvert végétal sur le territoire, on observe dans les quartiers la présence de nombreuses surfaces imperméables telles que l'asphalte pour les rues, les bâtiments, etc. L'abondance de ces surfaces dans les quartiers résidentiels, combinée au manque de végétation, crée ce qu'on appelle le phénomène d' «îlots de chaleur urbains» (Baudouin et Cavayas, 2008).

Ces effets de chaleur sont attribuables aux sols imperméables qui limitent l'évaporation et aussi à la conductivité des matériaux qui les composent (Shin et Lee, 2005). À cause de ce phénomène, les environnements urbains peuvent atteindre des écarts thermiques estivaux pouvant varier entre 5 et 10 °C (Baudouin et Cavayas, 2008). De plus, le manque de végétation pour rafraîchir l'air provoque le maintien de la température à un degré presque constant, ce qui entraîne des écarts de température quasi inexistantes entre le jour et la nuit, jouant ainsi sur la qualité ambiante d'un quartier (*Ibid.*).

Enfin, toujours en lien avec la présence de surfaces imperméables issues du modèle de quartier actuel, on constate une rupture entre le cycle hydrologique naturel d'origine et celui qui perdure après la construction. Au moyen de schémas, la Figure 1.3 exprime comment les aires étanches associées aux aménagements urbains font augmenter de manière importante les volumes de ruissellement.

Par ruissellement pluvial (*runoff*), on désigne « l'écoulement de l'eau de pluie à la surface du sol » (Ministère de l'environnement de l'Ontario (*b*), 2003, page 1). C'est la partie des précipitations qui ne s'infiltrent plus dans le sol et ne s'évaporent plus dans l'atmosphère. Les capacités de rétention de la végétation et du sol superficiel sont alors saturées et l'eau de pluie s'écoule en surface avant d'atteindre directement le réseau hydrographique ou un système artificiel d'évacuation.

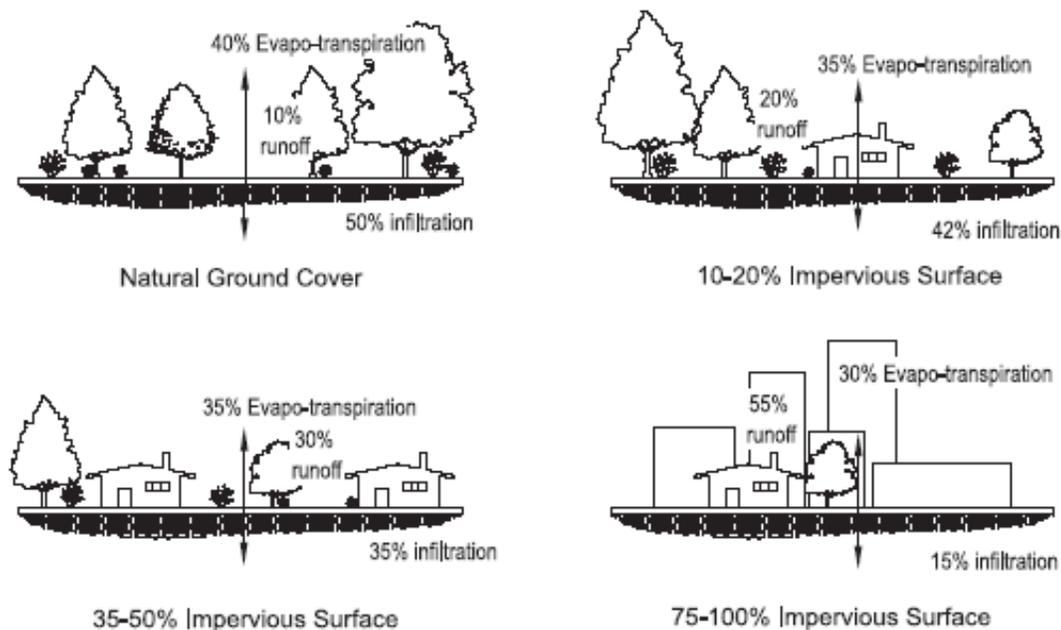


Figure 1.3 - Changements hydrologiques en lien avec la densité d'occupation du sol (Prince George County, 1999, p. 2-9)

L'eau de pluie qui ruisselle sur les surfaces imperméables n'interagit pas avantageusement avec le milieu où elle tombe. On peut alors dire que le cycle naturel de l'eau est interrompu et que le ruissellement n'est d'aucun bienfait pour la faune, la flore, l'air et ne participe pas à la recharge de la nappe phréatique. Dans les environnements urbains où la végétation est peu présente, on l'évacue en majeure partie hors des quartiers au moyen de tuyaux pour ne pas mettre les habitations à risque d'inondation.

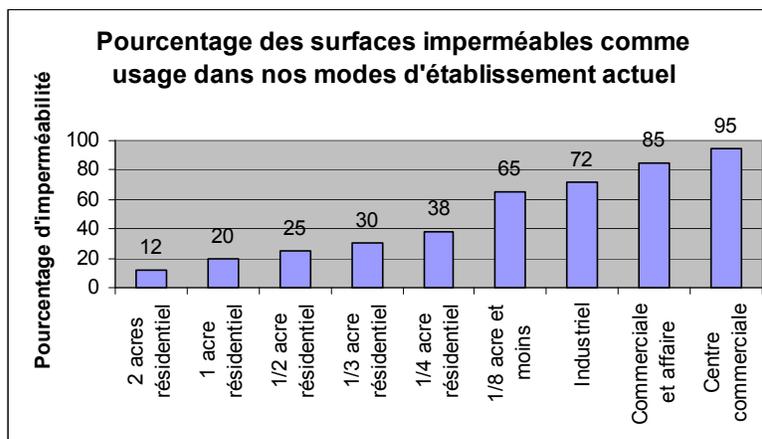
Tel que montré à la Figure 1.3, l'une comme l'autre, les actions, infiltration, ruissellement, évaporation, peuvent être quantifiées en pourcentage ou en volume comme indice représentatif d'un certain type d'usage au sol (Marsh, 2005). Dans le cas d'un quartier résidentiel consolidé comprenant des maisons isolées, on peut s'attendre à un recouvrement de surfaces imperméables variant entre 35 et 50 %. Dans ce type d'occupation au sol, un minimum d'environ 30 % des précipitations resteront donc en surface (Marsh, 2005; Arnold *et al.*, 1996; Prince George County, 1999).

Après avoir fait le survol des principaux éléments de composition urbaine typiques des ensembles résidentiels, dans la prochaine section, nous allons nous pencher sur les effets de l'imperméabilisation des sols en lien avec le ruissellement.

1.1.2 IMPERMEABILISATION DES SOLS ET IMPACTS SUR LES VOLUMES, LES DEBITS ET LA QUALITE DE L'EAU DE RUISSELLEMENT

L'imperméabilisation des sols est la principale cause des dérangements du régime hydrique. Nous détaillons ici les effets que causent les surfaces imperméables sur les volumes, les débits et la qualité de l'eau pluviale.

Dans le Graphique 1.1 sont compilées les quantités de surfaces imperméables trouvées dans chacune des différentes dimensions de parcelles résidentielles, commerciales et industrielles. Plus la parcelle résidentielle est petite, plus elle est imperméabilisée et générera du ruissellement.



Graphique 1.1 : Adapté (Ferguson, 1998)

On explique en partie ces résultats par notre dépendance liée à l'utilisation de la voiture. Pour des raisons de sécurité ou de confort dans les aménagements extérieurs, les superficies de surfaces imperméables atteignent éventuellement un seuil minimal parce qu'elles sont souvent tributaires de standards de conception préétablis en vertu du code du bâtiment ou des lois d'urbanisme. Bien que l'on retrouve différentes tailles de voitures de nos jours, la majorité du temps, les stationnements sont conçus avec une seule dimension de case que l'on applique sur

toute la surface. Par exemple, les normes standard de cases de stationnement sont généralement de 2,70 m de largeur et de 5,5 m de longueur. Donc, une case de stationnement n'est généralement jamais conçue pour être inférieure à une superficie de 14,85 m² (BNQ, 2013). Ce barème établit une quantité minimale d'imperméabilisation et ce, peu importe la grandeur de la parcelle ou de l'aire de stationnement. On peut résumer cette affirmation en disant que, plus la densité des habitations d'un quartier est élevée, plus on retrouve une grande proportion de surfaces imperméables par rapport à l'ensemble du quartier.

Les fortes quantités de surfaces imperméables présentes dans l'environnement urbain provoquent une accumulation du volume de ruissellement, ce qui se répercute ensuite sur les débits de pointe³. En effet, comme les surfaces imperméables sont lisses et qu'elles n'offrent aucune retenue, la vitesse des débits gagnera toujours en croissance durant un événement pluvieux, ceci accentué par le drainage de surface. Les débits de pointe d'événements de récurrence de 1 à 2 ans sont de plus reconnus comme étant critiques, car ils affectent les milieux récepteurs plus fréquemment (MDDEP, 2011).

Une autre conséquence liée à l'imperméabilisation des surfaces est celle qui affecte les débits d'étiage⁴. Après l'urbanisation, ceux-ci réagissent à l'inverse des débits de pointe et diminuent par rapport au niveau observé en condition naturelle (MDDEP, 2011). Comme les surfaces urbaines allouent moins d'infiltration, la recharge des nappes phréatiques est interrompue, ce qui entraîne une diminution de l'alimentation en continu en souterrain des cours d'eau par temps sec (Musy, 2003; Arnold et Gibbons, 1996). Ce manque à gagner affecte le niveau de base des cours d'eau, pouvant incommoder la faune (Ministère de l'environnement de l'Ontario, 2003).

³ Débit de pointe : Débit maximal exprimé en volume unitaire par seconde, lors d'une crue (Office québécois de la langue française, *Grand dictionnaire terminologique*).

⁴ Débit d'étiage : Débit minimal atteint dans un cours d'eau lors d'une période sèche (Office québécois de la langue française, *Grand dictionnaire terminologique*)

Finalement, la contamination du ruissellement est un autre facteur problématique lié à l'imperméabilisation des surfaces. Les pavages asphaltés et autres surfaces dures accumulent des matières toxiques et des résidus par temps sec, ce qui entraîne une forte concentration de polluants dans l'eau de ruissellement lors d'un épisode de pluie. La qualité de l'eau pluviale se dégrade alors directement au contact du sol et lessive ensuite tout ce qui s'y trouve sur son passage (MDDEP, 2002; Ferguson, 1998; Rivard, 2005). Cette pollution appelée *pollution diffuse* cause la dégradation des milieux naturels et menace même, dans certain cas, l'approvisionnement en eau potable d'une population (EPA, 2005). Ce ruissellement peut parfois atteindre la nappe phréatique, surtout lorsque celle-ci est située en surface (EPA, 2005).

Les contaminants prélevés dans le contenu du ruissellement sur des stationnements révèlent qu'il peut contenir une concentration importante de particules en suspension (ou sédiments), des métaux lourds, des composés organiques volatils (COV), des hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP), des biphényles polychlorés (BPC) des nutriments et des pesticides (Lalande-Borris, 2007; MDDEP, 2002; EPA, 2005).

La provenance des contaminants est parfois difficile à identifier, mais généralement, les particules en suspension sont issues du lessivage des surfaces sur lesquelles il y avait des déchets solides, du gravier, de la matière organique ou des nutriments (Brattebo et Booth, 2003)⁵. Les métaux tels que le fer, l'aluminium, le zinc, le manganèse et le cuivre, contenus surtout dans les huiles à moteur, sont davantage retrouvés sur les aires de stationnements où les voitures séjournent momentanément (Bay *et al.*, 2004; Rushton, 2001). Les nutriments contenus dans l'eau de ruissellement des milieux résidentiels proviennent surtout des fertilisants épandus sur les pelouses. Des apports en phosphore et en nitrogène que demande la croissance des plantes se retrouvent ainsi dans les eaux des milieux naturels. Le sel épandu sur les routes en hiver contamine les sols lorsqu'il s'y infiltre à la fonte des

⁵ La provenance de polluants sur différents types de surface est plus détaillée dans une étude sur les stationnements réalisée par Lalande-Borris (2007).

neiges. Le sel peut également causer la perte des plantes et des poissons quand le ruissellement atteint les rivières.

Notons aussi que la concentration de ces contaminants dans les eaux de ruissellement sera variable selon l'intensité de la pluie, l'utilisation des surfaces pavées et la durée de temps écoulé entre deux précipitations (Bay *et al.*, 2004). Si les épisodes de pluie sont espacés, l'accumulation de polluants au sol est plus importante et le ruissellement en est alors d'autant plus contaminé. Il en va de même pour la concentration de polluants dans l'eau : elle sera plus présente en début d'événement pluvial qu'à la fin où les contaminants risquent d'être plus dilués (Kadlec *et al.*, 1996; Vue, 2006).

Les impacts mentionnés dans cette section sont les plus pertinents, mais il en existe d'autres tels que augmentation de la fréquence des débits de plein bord, la réduction des taux d'oxygène dissous dans l'eau, la contamination microbienne ayant un impact sur la santé, l'augmentation de la température de l'eau ainsi que, l'apparition de déchets et de débris entraînant une dégradation visuelle, esthétique et récréative (MDDEP, 2011).

1.1.3 MODELE DE GESTION DES EAUX DE SURFACE APPLIQUE EN VERTU DES ENSEMBLES RESIDENTIELS

Pour pallier les problèmes d'accumulation des eaux de surface dans les nouveaux quartiers que génère l'imperméabilisation des sols, on récupère le ruissellement au moyen de vastes réseaux collecteurs. À la suite d'un épisode de pluie, l'eau s'écoule à travers les canalisations conçues à cet effet pour l'acheminer aux exutoires, c'est-à-dire à un bassin récepteur.

À l'origine de la mise en service de réseaux collecteurs, ces derniers étaient destinés à recueillir autant les eaux usées domestiques et industrielles que pluviales. Encore aujourd'hui, 63 % du territoire montréalais est desservi par ce type de réseau, appelé unitaire (Zone d'Intervention Prioritaire (ZIP), 2003; Rivard, 2005). Vers la fin du 20^e siècle, lorsque le *Règlement provincial sur les eaux usées* est décrété, les municipalités optent pour des systèmes séparatifs, actuellement utilisés sur 37 % du

territoire montréalais, qui collectent séparément les eaux usées et pluviales (Rivard, 2005; Brière, 2000). Ainsi, les eaux usées domestiques du réseau séparatif se dirigent toujours vers une station d'épuration pour y être traitées, mais les eaux de ruissellement pluviales, elles, sont directement rejetées dans le milieu naturel sans subir de traitement (MDDEP, 2011; Brière, 2000). Ces changements des réseaux unitaires à des réseaux séparatifs ont surtout permis d'exercer un meilleur contrôle sur les volumes d'eaux usées pour les traiter en totalité avant de les retourner dans les milieux récepteurs.

L'approche traditionnelle de gestion des eaux de ruissellement au moyen du réseau pluvial met surtout l'accent sur l'évacuation de l'eau hors du site sur lequel elle se trouve afin de réduire les risques associés aux inondations. La conception du réseau pluvial au sein même des quartiers requiert généralement deux entités indépendantes soit le réseau mineur et le réseau majeur. Le premier est conçu pour évacuer le ruissellement d'événements pluviaux d'un intervalle de récurrence⁶ de 2 à 10 ans tandis que le réseau majeur, lui, permet une gestion lors d'événements plus rares soit d'un intervalle de récurrence de 20 à 100 ans. Tandis que le réseau mineur est muni de canalisations souterraines, le réseau majeur est constitué majoritairement de rues (MDDEP, 2011).

Les réseaux d'égouts pluviaux ont une durée de vie limitée et nécessitent un entretien régulier. Aucun d'eux n'est à l'abri de complications telles que la réparation ou le remplacement de conduites désuètes sur de vieilles sections. D'ailleurs, d'anciens réseaux occasionnent parfois des bris, ce qui augmente les risques de contamination de la nappe phréatique lorsque les conduites laissent s'échapper de l'eau polluée dans le sol.

D'autres problèmes plus graves peuvent aussi surgir : des inondations, causées par de fortes précipitations ou durant la fonte des neiges. Dans ces conditions, le réseau unitaire peut atteindre rapidement sa pleine capacité, devenir saturé et déborder sur la chaussée, ce qu'on appelle le phénomène de surverses ou,

⁶ « [...] laps de temps moyen qui sépare deux pluies de même intensité. » (Brière, 2000, p. 177).

encore, déverser son trop plein directement dans le milieu naturel avec son contenu (EPA, 2005). En effet, il existe environ 150 ouvrages de débordement sur le pourtour de l'île de Montréal, concentrés dans les parties centre et est, qui rejettent des eaux usées non traitées lorsqu'il pleut (MDDEP, 2002). Lors de débordements, cette source inquiétante de pollution affecte les propriétaires riverains des cours d'eau, mais surtout la qualité des milieux aquatiques.

Au fil du temps, des bassins de retenue ont été intégrés à la conception du réseau pluvial pour mitiger les impacts sur les milieux naturels lors de fortes pluies. Au Québec, depuis plus d'une vingtaine d'années, cette technique est implantée un peu partout dans les nouveaux quartiers, entre autres, à Laval et à Ville Saint-Laurent (Rivard, 2005). Ces bassins offrent des avantages économiques et environnementaux parce qu'ils permettent l'entreposage temporaire d'une partie des précipitations qui ont eu lieu lors d'un événement pluvial rare, c'est-à-dire d'un intervalle de récurrence de 20, 50 ou 100 ans (Vue, 2006; Rivard, 2005). Ils jouent un rôle de support au réseau collecteur en atténuant les débits avant de retourner l'eau au milieu naturel.

L'approche conventionnelle de conception des réseaux de gestion des eaux de ruissellement soulève actuellement plusieurs questions, principalement d'ordres économique et environnemental. Avec l'étalement urbain et les changements climatiques appréhendés, des canalisations de plus larges dimensions seront requises, ce qui hausse de plus en plus les coûts assumés par les municipalités et les propriétaires fonciers. Finalement, les rejets en milieux naturels des eaux sans traitement du ruissellement est une pratique menant à la perte de la qualité de l'eau et des habitats.

1.1.4 IMPACTS ENVIRONNEMENTAUX DES ENSEMBLES RESIDENTIELS

Deux principaux impacts environnementaux sont liés à l'établissement des modèles de quartiers résidentiels actuels : la perte de biodiversité de la faune terrestre soutenue par le retrait du couvert végétal sur le territoire et la dégradation des milieux naturels aquatiques provoquée par l'imperméabilisation des sols et le

système de gestion des eaux de ruissellement. Conséquemment, ces deux effets issus de l'abondance de surfaces pavées sont un facteur déterminant dans la dégradation et la modification de la forme des cours d'eau récepteurs et sur le manque d'eau pluviale qui alimente la nappe phréatique (MDDEP, 2002).

1.1.4.1 Perte du couvert végétal

Le phénomène d'étalement urbain des dernières décennies, principalement encouragé par le développement résidentiel, affecte fondamentalement les processus écologiques des boisés (Hansen *et al.*, 2005; Environnement Canada, 2006a; Sénécal *et al.*, 2004). En effet, la fragmentation des boisés causée par les constructions et le réseau routier conduit à de graves conséquences pour l'équilibre des écosystèmes.

En 2008, Baudouin et Cavayas observent que le couvert végétal en zone blanche disparaît peu à peu⁷. Celui-ci occupait 25 % du territoire de la zone blanche, en 1965, et a diminué à 15 %, en 1995.

Puisque la multiplication de petits îlots végétaux sur un territoire crée un habitat discontinu pour les populations végétales, cela diminue la qualité des écosystèmes et entraîne une perte de biodiversité. Entre autres, l'isolement des îlots peut affecter la reproduction et la viabilité de certains mammifères terrestres (Environnement Canada, 2006a; Hansen *et al.*, 2005). Parfois, une espèce s'adapte à son milieu pour tenter de survivre en modifiant ses habitudes alimentaires, mais dans d'autres cas, certaines espèces issues de milieux fragiles, comme les milieux humides, vont migrer ou disparaître totalement laissant leur place à d'autres espèces plus exotiques (Donald *et al.*, 2009).

Parmi les espèces les plus affectées par le manque de végétation, certains oiseaux forestiers seraient plutôt sensibles à la superficie totale boisée de toutes les parcelles additionnées. Voici un extrait d'un rapport produit par le Service de la faune de l'Ontario sur cette question :

⁷ Le territoire étudié comprend 60 % de la CMM, soit 2970 km². La zone blanche couvre 1 500 km² tandis que la zone verte couvre 470 km². La zone blanche est vouée à l'urbanisation et la zone verte est protégée par la loi sur la protection agricole (1978) (Baudouin *et al.*, 2008)

La littérature récente indique qu'il existe un lien complexe entre l'importance relative du couvert forestier total et la taille des îlots boisés et la réaction finale de chaque espèce sauvage (Lee *et coll.*, 2002 in Environnement Canada, 2006b) [...]les analyses ont montré ou suggéré que la taille des îlots boisés et la forme de la forêt jouent *un moins grand rôle* dans le maintien de la biodiversité que le pourcentage de couvert forestier total, mais que les trois paramètres sont néanmoins interdépendants jusqu'à un certain point. (Environnement Canada, 2006b)

On y fait aussi mention d'un seuil critique à partir duquel on estime de *modérés à élevés* les risques de perte d'habitat de certaines espèces d'oiseaux, si le couvert végétal est inférieur à 30 % à l'intérieur d'un même bassin versant.

On peut aussi brièvement faire mention d'autres impacts qu'amène le retrait du couvert végétal, notamment la diminution de la qualité du cadre de vie d'un quartier, l'augmentation de la pollution de l'air ainsi que la diminution du potentiel d'infiltration des eaux pluviales.

1.1.4.2 Dégradation des milieux naturels aquatiques

La présence de surfaces imperméables qui accompagnent le développement urbain ainsi que le réseau pluvial actuel menace l'intégrité des milieux naturels riverains et aquatiques (Arnold *et al.*, 1996). En effet, dans un environnement densément peuplé où les sols sont quasi imperméables, il existe un lien direct entre un événement orageux et la dégradation des habitats aquatiques se trouvant à proximité (Booth *et al.*, 1997).

La quantité de surfaces pavées est même employée à titre d'indicateur et permet d'évaluer la qualité de l'eau ainsi que la dégradation environnementale (Arnold *et al.*, 1996; Booth *et al.*, 1997). Klein (1979) a déterminé un seuil critique de surfaces pavées en mesurant la diversité et la densité des microinvertébrés et des poissons. Ce seuil, établi à 10 % de recouvrement de surfaces imperméables dans un même bassin versant, affecte la diversité aquatique. Au-delà de 30 % de surfaces imperméables, le cours d'eau démontre des signes de dégradation avancée (Arnold *et al.*, 1996; Booth *et al.*, 1997; Schueler, 1994).

Ces résultats s'expliquent par la présence d'une quantité importante de nutriments, tels le phosphore et l'azote, qui sont véhiculés par le ruissellement et acheminés par le réseau d'égouts pluvial. Une fois que ces nutriments se retrouvent dans les cours d'eau, ils entraînent la prolifération d'algues (Arnold *et al.*, 1996; MPCA, 2008; Direction de l'environnement et du développement durable, 2008). Par la suite, la mort de ces grandes quantités d'algues a pour effet d'engendrer un manque d'oxygène dissout présent dans l'eau, car en se décomposant, elles utilisent l'oxygène en grande quantité, ce qui menace la survie des poissons (Arnold *et al.*, 1996; Lapalme, 2006; Hade, 2003). Il y a alors un risque de voir apparaître dans les lacs une sélection d'espèces de poissons plus résistantes telles que la perchaude et la carpe qui demandent moins d'oxygène dissout. Ces espèces succèdent à d'autres plus endémiques, comme la truite et le corégone (Hade, 2003).

La perte de certaines communautés aquatiques peut être aussi liée à l'augmentation de la température de l'eau. Ce phénomène se produit par un haut taux de matières en suspensions (M.E.S.) présentes dans l'eau. La lumière se réfléchit sur ces particules et se convertit en chaleur. Une fois les épisodes de turbidité atténués (causée par la force de décharge issue des canalisations du réseau pluvial), les M.E.S. se déposent ensuite par sédimentation au fond des lacs, ce qui provoque leur comblement (Hade, 2003).

Dans le rapport *Bilan environnemental, qualité de l'eau à Montréal* (Direction de l'environnement et du développement durable, 2008), ce problème est constaté dans plusieurs cours d'eau de l'île. Le ruisseau de Montigny, à titre d'exemple, reçoit les eaux pluviales de quartiers résidentiels et industriels d'Anjou, de Saint-Léonard et de Montréal-Nord. La situation de ce cours d'eau est critique. Le phosphore, les M.E.S. et le cuivre sont la cause de son indice de pollution élevé. « [...] 21 données obtenues dépassent le critère de toxicité chronique de 30 µg/L pour la faune aquatique » (Direction de l'environnement et du développement durable, 2008, p. 10).

Un autre effet du réseau pluvial qui agit sur l'environnement est la modification de l'assise physique des cours d'eau lorsque le ruissellement se déverse à grand volume et à haut débit surtout lors de fortes pluies. Les milieux naturels récepteurs de ruissellement sont sujets par la force de décharge pluviale à un risque d'érosion à chaque événement orageux (ministère de l'environnement de l'Ontario, 2003; Arnold *et al.*, 1996). Le risque est augmenté lorsqu'il n'y a plus de végétation en bordure des rives du cours d'eau, puisque celle-ci assure normalement le maintien des sols en place (Environnement Canada, 2006b). Éventuellement, l'érosion des cours d'eau cause le déplacement de ces sédiments en quantités appréciables.

1.2 PRINCIPES ET MODELES ALTERNATIFS : IMPACTS SUR LES FORMES DE DEVELOPPEMENT RESIDENTIEL

Il existe une approche de développement urbain que l'on nomme développement à faible impact (*Low Impact développement (LID)*) qui peut être employée dans le cadre de l'implantation de quartiers résidentiels. Cette approche prône l'usage de principes, stratégies et pratiques de gestion optimales des eaux pluviales végétalisées (PGOV) qui font contrepoids aux problèmes relevés dans la première partie du présent chapitre, à savoir : l'imperméabilisation des surfaces, la gestion conventionnelle des eaux pluviales et la réduction des espaces de végétation. Après avoir défini ce qu'est le *LID*, nous présentons dans cette section deux stratégies d'aménagement jugées appropriées à la conception d'un quartier, soit celle du *Conservation design* et celle de *l'Open space design*. Ces stratégies traitent plus précisément de l'aménagement d'ensemble d'un quartier, de la conservation et de création d'espaces verts, de l'aménagement ou la conservation de bandes riveraines, de l'organisation spatiale et la densité urbaine ainsi que de la réduction des surfaces imperméables. Ces stratégies orientent les choix du concepteur d'un ensemble résidentiel en fonction de la protection de l'intégrité de l'eau pluviale ainsi que du moindre impact sur le milieu.

1.2.1 APPROCHE DU *LID*

L'approche du LID soutient une philosophie de développement plus *intégrée* territoire. Elle préconise une gestion plus «naturelle» des eaux de ruissellement au moyen de la végétation. Cette approche a vu le jour au milieu des années 1980 où après plusieurs années de recherche, le Département des ressources environnementales du Prince George's County (MD) publie un manuel au début des années 1990 sur le Low Impact Development (*LID*)⁸⁻⁹ dont le principe est basé sur (Kane, 2005; EPA, 1999b):

[...] maintenir ou restaurer le régime hydrologique d'avant développement en changeant le design du site conventionnel actuel pour créer un paysage hydrologiquement fonctionnel qui imite les volumes naturels d'infiltration, d'évaporation, de ruissellement et de recharge de la nappe phréatique. (Traduction libre, Coffman, 2002, p. 98)

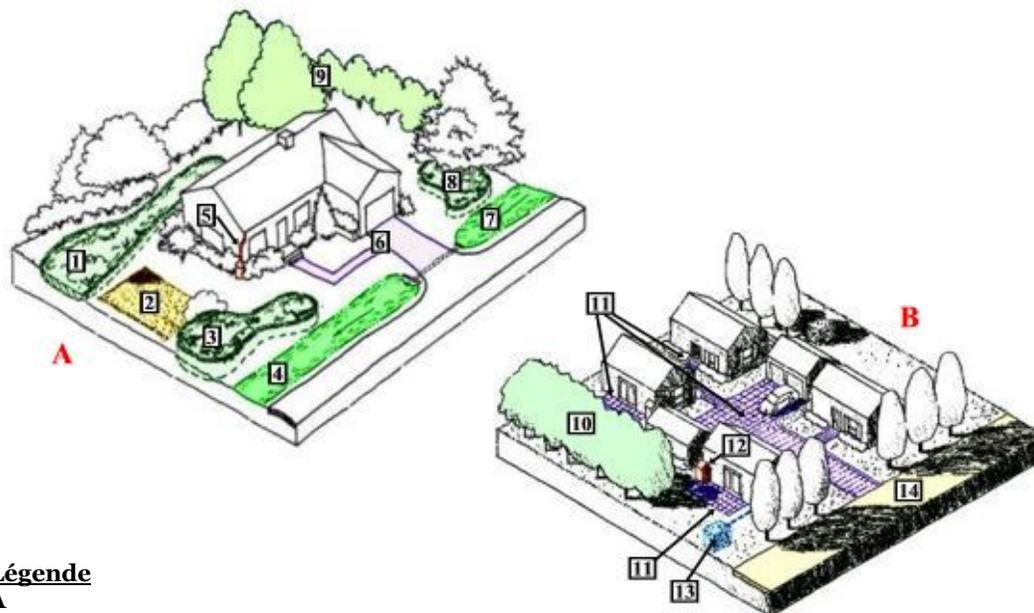
En publiant ces recherches, le Département des ressources environnementales du Prince George's County dénonce les problèmes environnementaux et économiques du système conventionnel de gestion des eaux pluviales. En contrepartie, il met de l'avant une approche de développement qui prône un « [...] équilibre entre la croissance économique, la conservation des espaces, la protection des écosystèmes, la qualité de vie et la santé publique » (Traduction libre, Low Impact Development Center inc., 2007).

Le *LID* suggère, entre autres, une gamme de pratiques de gestion optimales végétalisées (PGOV) pour réduire les volumes de ruissellement par infiltration et la décontamination de l'eau (Low Impact Development Center inc., 2007). Parmi les PGOV, on retrouve différentes stratégies d'aménagement et systèmes adaptables à toutes les échelles (de la parcelle au bassin versant) et dans tous les types de développement (résidentiel, industriel, commercial, espace urbain à revitaliser, etc.).

⁸ Le manuel du LID se trouve à cette adresse : <http://www.epa.gov/owow/nps/lidnatl.pdf>.

⁹ Autres noms utilisés qui font référence au LID : «Better Site Design, Environmental Site Design, Green Infrastructure, Integrated Site Design, Sustainable Development»: <http://www.pca.state.mn.us/water/stormwater/stormwater-lid.html>.

Comme le sujet de cette recherche concerne les nouveaux quartiers résidentiels, un exemple des principales techniques et stratégies employées sur une parcelle résidentielle est ici présenté (Figure 1.4). Tel que montré, certaines de ces techniques remplacent notamment des bordures de rues, les égouts et des canalisations, au moyen de différentes zones végétalisées super absorbantes et localisées à cette fin. Elles s'intègrent aux espaces publics et privés, créant un système hydrologique qui se rapproche le plus possible du système naturel d'origine¹⁰ (Ferguson, 1998; PGDER, 1999; MPCA, 2008). C'est d'ailleurs le Département des ressources environnementales du Prince George's County qui introduit la technologie de la bio-rétention, technologie dont il est le pionnier et qui peut palier le problème d'accumulation de ruissellement présent en milieu urbain.



Légende

A

1. **Bioretention / Rain Garden, Low Density Residential**
2. **Soil Amendments, Low Density Residential**
3. **Bioretention / Rain Garden, Low Density Residential**
4. **Grassed Swale, Low Density Residential**
5. **Disconnectivity (Rain Barrel), Low Density Residential**
6. **Permeable Pavers, Low Density Residential**
7. **Grassed Swale, Low Density Residential**
8. **Bioretention / Rain Garden, Low Density Residential**
9. **Conservation, Low Density Residential**

¹⁰ Le système naturel d'origine (ou appelé également le stade de pré-développement) peut avoir différentes significations : Il en va de prendre en compte les données d'un site à l'état « naturel », c'est-à-dire l'équivalent d'une forêt mature avec sols non perturbés, à l'utilisation de données recueillies immédiatement avant la construction d'un nouveau projet. Dans ce cas, on assume que le site a déjà subi des transformations et on cherche alors à égaler les performances d'infiltration ou de les améliorer avec l'introduction d'une gestion des eaux de surface. Cette dernière interprétation du terme pré-développement est la plus souvent utilisée par le Minnesota Pollution Control Agency (MPCA, 2008).

B

10. **Conservation**, *High Density Residential*
11. **Permeable Pavers**, *High Density Residential*
12. **Disconnectivity** (*Rain Barrel*), *High Density Residential*
13. **Disconnectivity** (*Dry Well*), *High Density Residential*
14. **Minimizing Imperviousness** (*Reduced street width*), *High Density Residential*

Figure 1.4 - Dessins et légende tirés du site internet : Urban Design Tool : Low impact Development (Low Impact Development Center inc., 2007); auteur des dessins : sketch A was adapted from Prince George's County, MD, LID IMP Guidance Document, 2002 et sketch B was modified from *Start at the Source* as provided by Bay Area Stormwater. http://www.lid-stormwater.net/general_residential.htm

L'approche globale d'une gestion alternative des eaux de ruissellement issue du *LID* et observée lors de la conception d'un réseau est basée sur les trois principes suivants : **multiplicité, gestion «à la source» et déconnection.**

En premier lieu, le principe de **multiplicité** des interventions sur le territoire sert la gestion des eaux de ruissellement de manière répandue et à plusieurs échelles. On planifie donc un projet en tenant compte de la performance de chacune des structures vertes individuellement, celles sur les parcelles de terrain, sur les îlots et également dans les rues, les espaces publics afin de couvrir l'entièreté du développement. Le cadre de cette gestion s'appuie sur la distribution spatiale du ruissellement pour favoriser son infiltration à autant d'endroits que nécessaires, toujours pour imiter le plus possible l'hydrologie naturelle du site et offrir une protection à l'environnement (SCHL, 2007; Condon, 2003; Clar, 2002; EPA, 2000; Ferguson, 1998; PGDER, 1999). Le principe de multiplicité s'oppose à celui de centralisation du point de recueillement et de décharge du ruissellement qu'offre le réseau conventionnel.

Deuxièmement, la prise en charge des eaux de ruissellement s'effectue immédiatement une fois celle-ci créée, c'est-à-dire **à la source** (Ferguson, 1998; BASMAA, 2003). En effet, plus le ruissellement est récupéré près de la surface imperméable où il apparaît, moins il risque d'être contaminé. Si, au contraire, l'eau de pluie ruisselle sur une ou plusieurs surfaces pavées et sur de longues distances, le risque de sa contamination s'accroît au même rythme que le débit augmente.

Finalement, le principe de **déconnection** des surfaces imperméables supporté par les structures vertes, qui freinent les débits d'eau, en réduisent les accumulations et filtrent une partie des contaminants (BASMAA, 2003; MPCA, 2008; PGDER, 1999). Ce principe favorise le ralentissement de l'écoulement tout en y infiltrant une partie du ruissellement avant qu'il n'atteigne d'autres surfaces pavées ou les puisards d'égouts. Les dispositifs prévus à cette fin sont installés aux endroits stratégiques et constituent en quelque sorte une barrière entre chaque surface pavée, les dissociant l'une de l'autre.

Chacune des stratégies illustrées à la Figure 1.4 impliquées dans le plan d'ensemble d'un quartier sont davantage détaillées dans les prochaines sections, et les techniques de la gestion *alternative* des eaux de ruissellement (ou/et PGOV), au chapitre 3. Elles nous seront utiles plus tard, pour l'étude de cas, celle-ci étant détaillée au chapitre 2.

Finalement, en plus de servir de guide durant la conception d'un réseau pluvial étape par étape, le *LID* fait également la promotion d'autres mesures à prendre en considération dans la planification initiale du développement, dont :

- la conservation;
- la réduction des surfaces imperméables;
- la mesure de ralentissement des débits par la végétation;
- et toutes les actions favorisant la réduction du volume et de la contamination du ruissellement.

1.2.2 STRATEGIE DU *CONSERVATION DESIGN* ET L'*OPEN SPACE DESIGN*

Plusieurs stratégies d'organisation spatiale et de planification de quartiers résidentiels ont obtenu de bons rendements, notamment du point de vue du ruissellement. Les stratégies les plus connues qui poursuivent cet objectif sont celles du *Conservation design* et de l'*Open Space Residential Design* (OSRD). Ces stratégies mettent de l'avant certains critères de composition urbaine, qui permettent d'assurer la protection des milieux naturels et d'en conserver une quantité minimale sur le territoire pour fin d'intégration à la gestion des eaux pluviales et au contrôle de la croissance du développement (growth management et land use control strategy). Les formes urbaines résultantes de ces aménagements se caractérisent

habituellement par des grappes d'îlots d'habitations, concentrées dans une portion d'un site à développer et entourées d'une végétation boisée. Le choix du type d'habitation et de la disposition des parcelles peut déterminer l'aspect plus « organique » des grappes selon le cas (Figure 1.6 centre et droite).

La stratégie du *Conservation design* (ou *Conservation development*) impose principalement une limite au déboisement tout en promouvant le maintien de la flore locale. Dès lors, ces espaces verts constituent des aires protégées ne faisant plus partie des zones potentielles à construire (Arendt, 1996; EPA, 2005). Les tenants de cette stratégie soutiennent qu'une végétation mature déjà en place est davantage susceptible d'être efficace à court terme comparativement à une nouvelle plantation lorsqu'on favorise l'adsorption de l'eau dans le sol dès les premières années, tout en limitant le ruissellement.

Selon cette stratégie, les zones d'habitation peuvent prendre un aspect de grappes d'îlots (*clusters*) et s'insèrent au centre d'espaces boisés protégés et qui, eux, forment une trame végétale absorbante. Ces derniers sont comptabilisés comme faisant partie du réseau pluvial et agissent comme filtre entre les grappes d'îlots (Figure 1.5) (Ferguson, 1998; Marsh, 2005; Zielinski, 2002). Ces espaces verts publics, tout en servant à la gestion des eaux pluviales, peuvent être utilisés et aménagés à des fins de lieux de socialisation (Balmori, 2002; Condon, 2003).



Figure 1.5 - Division d'un développement basée sur la stratégie du *Conservation design* où il est privilégié de préserver la végétation existante, Maryland. (France, 2002, p. 308 et aussi sur www.gsd.harvard.edu/watercolors).

Cette stratégie de développement adopte aussi le principe de réduction des surfaces imperméables en regroupant les habitations de manière à créer une utilisation partagée des stationnements des résidents et de la voirie. Cette utilisation partagée des infrastructures peut être possible grâce à la forme que prennent les grappes d'îlots durant la conception.

La stratégie de l'*Open space design*, quant à elle, insiste davantage sur une planification de la taille plus réduite des lots à être bâtis par opposition à une planification étalée. Cela permet d'atteindre le double objectif visé par cette stratégie d'ensemble soit la protection de la ressource et la maximisation du profit lié au développement.

L'emploi de cette planification améliorée vise donc essentiellement à mitiger les impacts de l'étalement suburbain (*suburban sprawl*) tout en procurant des avantages économiques, sociaux et environnementaux (Low Impact Development Center inc., 2007). Dans la portion des lots du site à être développés, on favorise une augmentation de la densité des habitats (ce qui n'est pas nécessairement requis dans celle du *Conservation design*). Cela suppose, dans un premier temps, que les habitations soient réparties sur des lots plus petits (moins de 0,40 ha (un acre)) et, dans un deuxième temps, que l'utilisation du réseau routier et des surfaces imperméables soit optimisée dans le design du développement. Autrement dit, l'ensemble des infrastructures dessert un maximum de personnes, ce qui permet de faire des économies d'échelle pouvant absorber la rentabilité de la superficie du terrain non exploitable. La longueur totale des rues étant par conséquent beaucoup moins longue, on peut observer en moyenne une réduction de 40 à 60 % des surfaces imperméables comparativement à un design conventionnel (Figures 1.6 et 1.7) (Ferguson, 1998; Zielinski, 2002; Stone *et al.*, 2006; EPA, 2005). Pour que cette stratégie soit effective, le nombre d'habitation doit minimalement rester le même

que celui permis par la municipalité à l'intérieur du règlement de zonage conventionnel¹¹⁻¹² (The green neighborhood Alliance).

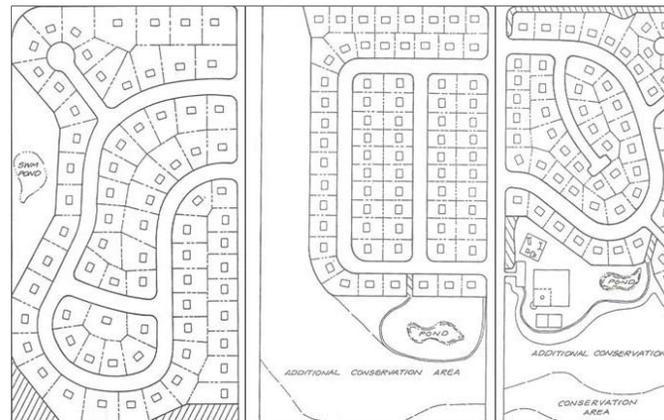


Figure 1.6 - À gauche, 72 lots conventionnels; au centre, divisions de 72 lots basées sur la stratégie de l'*Open space design*, qui planifie des espaces réservés à la végétalisation et une concentration des terrains bâtis. À droite, divisions de 66 lots basées sur la stratégie de l'*Open space design*, mais à l'intérieur d'une trame urbaine plus organique. Tiré du Minnesota Stormwater manuel (MPCA, 2008, p. 98, chap. 4).

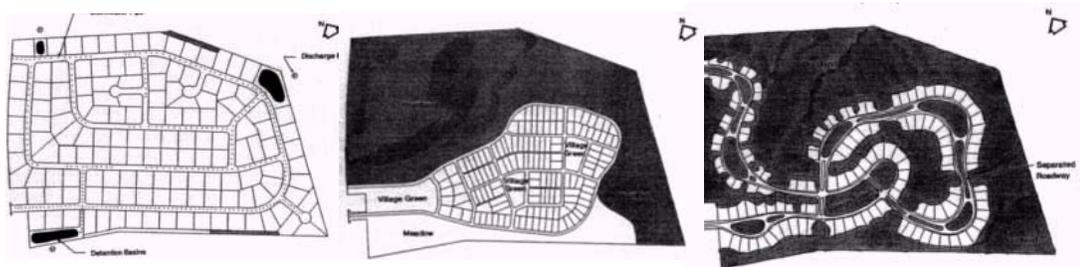


Figure 1.7 - Schémas d'un quartier de 96 acres au Sussex County, Delaware. Comparaison entre un design conventionnel et d'autres à moindre impact. **À gauche**, un design conventionnel : 142 lots d'un demi-acre où 100 % du terrain est perturbé après la construction. On retrouve 29 % d'imperméabilité. Les rues sont de dimensions conventionnelles et la gestion des eaux est effectuée par les bordures de rue et les égouts (Curb and gutter). L'eau est ensuite acheminée dans deux bassins de rétention. **Au centre**, un design utilisant moins de superficie et où les habitations sont plus concentrées (*Open space design*); **à droite**, un design en grappes d'îlots (Clustered) concentré autour d'un petit village. Pour d'autres résultats chiffrés du projet, voir l'annexe 1 (EPA, 2005, p. 13).

¹¹ Voir le projet résidentiel dans la ville de Dieppe (Daigle *et al.*, 2010).

¹² Aussi, *Conservation Design for Stormwater Management*, étude de cas (Delaware DNREC and the Brandywine Conservancy, (1997) dans EPA, (2005)).

Durant la phase de conception, l'objectif ultime est de trouver un point d'équilibre entre les espaces construits et les espaces verts (ou libres) (ministère de l'environnement de l'Ontario, 2003; Savard, 2006). Cette façon de planifier propose de repenser la manière d'optimiser l'utilisation des sols, non plus uniquement en fonction d'une rentabilité de la superficie lotie, normalement définie par la stratégie conventionnelle, mais en fonction du rendement que l'espace construit habitable et l'espace de végétation mis en commun peuvent obtenir en regard des aspects sociaux, économiques et environnementaux (Arendt, 1996; Zielinski, 2002; EPA, 2005).

Selon cette stratégie, la valorisation d'espaces libres verts se planifie en concomitance avec la densité d'habitations du développement (Arendt, 1996). Pour ce faire, il faut déterminer la capacité d'un site à recevoir des habitations non pas en fonction de la superficie totale de celui-ci, mais en fonction de l'espace disponible après qu'une proposition d'espaces verts protégés ait été soumise au préalable (Arendt, 1996). Les étapes privilégiées durant la conception sont les suivantes :

1. Statuer sur la quantité d'espaces libres à protéger en fonction des milieux naturels, fragiles, les plaines inondables, les terres humides et les zones d'espèces en danger, etc.;
2. Localiser l'espace voué aux habitations et statuer sur le nombre en regard des besoins étudiés par la municipalité;
3. Identifier les rues; et
4. Tirer les lignes des lots.

À l'Annexe 1, un exemple illustre une comparaison théorique entre un quartier traditionnel et un quartier où figurent des éléments du *LID* (conception du réseau pluvial avec les PGOV) combinés aux stratégies de planification de quartier illustrées à la Figure 1.7. Il fait ressortir que la conservation des espaces verts, la réduction des surfaces imperméables, telles que les rues, la réduction des lots d'habitation et l'intégration de techniques de gestion alternatives des eaux de ruissellement combinée, ont un impact direct sur la nécessité de planifier des bassins de rétention (réduction de 20 %) ainsi que sur les besoins en canalisations (EPA,

2005). D'autres sources affirment que, selon l'utilisation de ces mécanismes de planification intégrés, les besoins d'entreposage peuvent être réduits jusqu'à 75 % et les coûts, de 20 % par rapport à un quartier conventionnel¹³.

Enfin, étant donné que cette conception des quartiers respecte les caractéristiques de chaque site (sol, dépression, végétation existante), le résultat final peut varier et présenter plusieurs scénarios selon les critères établis et objectifs visés au départ par tous les professionnels et intervenants dans le projet.

1.2.3 CONSERVATION ET CREATION D'ESPACES VERTS

Préserver une étendue de végétation acceptable à l'intérieur des limites d'un bassin versant devrait d'abord compter parmi les premières stratégies de planification d'aménagement du territoire (Arendt, 1996) ; ensuite, une stratégie de conservation de la végétation dans les villes et également à toutes les échelles urbaines, y compris celle de l'ensemble domiciliaire. Ce principe devrait guider les acteurs d'un projet dans leur conception du développement urbain avant même l'implantation de bâtiments.

La conservation de plus de végétation sur le site correspond à une mesure économique et environnementale préventive puisque, si un maximum de végétation est préservé, la gestion des eaux de ruissellement sera grandement facilitée par la suite (BASMAA, 2003; MPCA, 2008). En effet, compte tenu qu'il y a plus de végétation, il y a donc moins de ruissellement produit et plus d'espaces libres pour le gérer sur place.

Finalement, puisqu'une partie du système hydrologique naturel en place reste intact et qu'il possède des fonctions de rétention et d'infiltration, l'écart entre le niveau d'eau de ruissellement au stade de pré-développement des projets et celui après la construction est déjà réduit par cette planification améliorée. Enfin, puisque le site génère moins de ruissellement, les coûts associés à cette gestion s'en trouvent ainsi diminués (Coffman, 2002; MPCA, 2008).

¹³ Chiffres tirés d'une étude faite sur un ensemble résidentiel LID à Pierce County, Washington (Zickler, 2002).

Comme mentionné plus tôt, afin d'établir une zone de conservation d'espaces verts, on peut protéger un boisé déjà existant ou reboiser d'anciennes terres agricoles. Suivant ce dernier cas, le site peut être aménagé d'un couvert végétal dans le but d'y établir un boisé à long terme afin d'en augmenter la valeur d'infiltration d'eau (MPCA, 2008). Dans les deux cas, ces espaces resteront des lieux sans construction à perpétuité, où le fond de terrain pourrait garder ses caractéristiques hydrologiques naturelles. Finalement, l'entretien de ces espaces n'est pas requis. Au contraire, un maximum de litière devrait rester au sol pour filtrer l'eau de ruissellement (Mitchell, 2002). Ces espaces verts constituent les plus grandes superficies absorbantes du projet de développement tout en ayant servi à minimiser les infrastructures d'ingénierie.

Dans l'établissement d'espaces libres boisés, d'autres aspects que la valeur de rétention et d'infiltration pourront être pris en compte durant la conception pour répondre à diverses utilisations ou fonctions, notamment pour répondre aux besoins d'une espèce animale ou végétale en particulier ou pour favoriser des activités récréatives. Les analyses du terrain aideront à faire des choix (Arendt, 1996).

De plus, il est essentiel de privilégier ce type d'espaces verts dans les endroits où le site à développer présente déjà des éléments physiques naturels, comme des cours d'eau ou des pentes fortes qui nécessitent une protection accrue. Sur des sites de ce type, on peut aussi corriger certaines lacunes présentes comme, par exemple, le reboisement de pentes qui s'érodent et qui peuvent être une source de pollution potentielle par sédiments pour les rivières et lacs à proximité (Arendt, 1996).

1.2.4 AMENAGEMENT OU CONSERVATION DE BANDES RIVERAINES

Une zone tampon ou une bande riveraine (*buffer zone*, aussi *shoreland buffer* et *riparian zone*) est identifiée comme étant une imposante bande végétale naturelle protégeant le pourtour de plans d'eau et s'étendant de la ligne de rivage (ligne des hautes eaux) jusqu'à une profondeur variable (Mitchell, 2002; USDA, 1998). Cette

zone se trouve normalement à l'intérieur de la plaine inondable (ou plaine de débordement) (Hade, 2003).

Étant une partie intégrante du milieu riverain sec, cette zone tampon est de plus en plus reconnue pour son rôle écologique et ses effets bénéfiques sur le maintien des habitats fauniques et floristiques diversifiés. En effet, une forêt située au pourtour d'un ruisseau maintient l'eau à la température nécessaire à la survie des poissons grâce à l'ombre qu'elle projette en plus de stabiliser les pentes de part et d'autre du cours d'eau. La forêt supporte ainsi un refuge et un lieu de reproduction pour la faune en plus de fournir la nourriture dont celle-ci a besoin (Ferguson, 1998; USDA, 1998; Roth *et al.*, 1996; Hade, 2003).

Comme pour n'importe quelle surface boisée, la zone tampon peut ralentir les débits et infiltrer le ruissellement et donc filtrer les polluants avant qu'ils n'aient atteint le cours d'eau (Mitchell, 2002; MPCA, 2008; EPA, 2006; Gagnon *et al.*, 2007; Hade, 2003) Un tableau sur l'efficacité des bandes riveraines est présenté à l'Annexe 2. De plus, cette zone joue un rôle fondamental dans la stabilisation des berges contre l'érosion limitant ainsi l'accumulation de sédiments au fond des cours d'eau.

Pour des raisons éco-systémiques, il y a consensus dans la recension des écrits à favoriser une zone tampon constituée d'un boisé naturel qui inclut les trois strates végétales, mais il y a désaccord quant à la largeur qu'elle devrait posséder (USDA, 1998; Mitchell, 2002; MPCA, 2008; Roth *et al.*, 1996). Le règlement provincial¹⁴ sur cette question recommande une protection riveraine minimale de 10 m, sans toutefois prétendre que cette largeur assure de manière suffisante la pérennité de tous les cours d'eau (Gagnon *et al.*, 2007), mesure qui paraît insuffisante aussi pour les biologistes et les écologistes (Mitchell, 2002).

¹⁴ La *Politique de protection des rives, du littoral et des plaines inondables* donne un cadre normatif minimal et n'exclut pas la possibilité, pour les différentes instances gouvernementales et municipales concernées, dans les limites de leurs compétences respectives, d'adopter des mesures de protection supplémentaires pour répondre à des situations particulières. (Éditeur officiel du Québec (2005) dans Gagnon *et al.*, 2007).

En réalité, la zone tampon devrait varier en fonction de la largeur du cours d'eau, de l'intensité des activités adjacentes et de la qualité de l'habitat désiré (USDA, 1998; PAN, 2000; Mitchell, 2002; Roth *et al.*, 1996). Par exemple, on connaît la sensibilité de certains oiseaux à se reproduire si leur habitat n'est pas protégé à moins de 100 m d'un cours d'eau (Mitchell, 2002). Pour d'autres espèces, la zone tampon constitue leur seul moyen de s'approvisionner en nourriture. Bien étudier le territoire pour proposer une zone tampon minimalement efficace dans son rôle de protection peut s'avérer d'une importance capitale pour le développement de la faune (Figure 1.8).

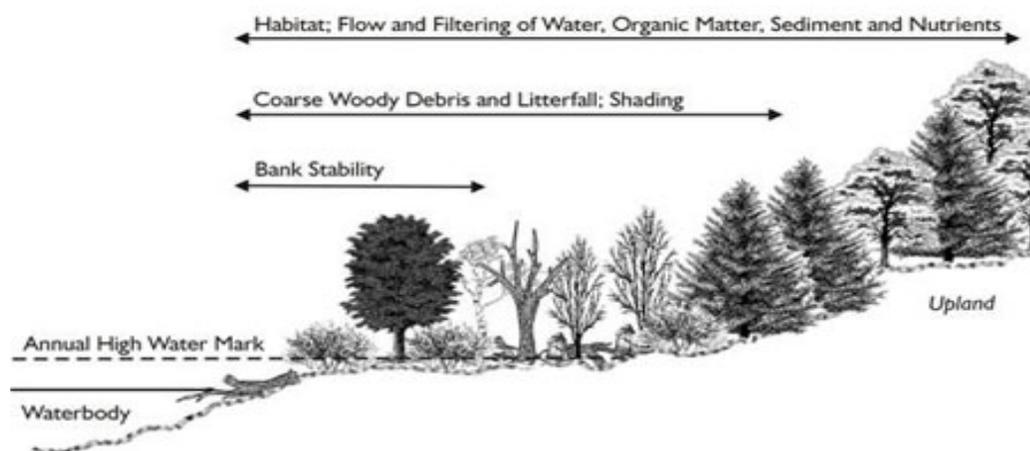


Figure 1.8 - Zone tampon en bordure d'une rive, vue en coupe (PAN, 2000, p. 2)

C'est effectivement en clarifiant bien les objectifs et en précisant les multiples fonctions que peut remplir la zone tampon qu'un ordre de grandeur pourra être suggéré pour en déterminer sa largeur. Pour établir ces objectifs, plusieurs questions doivent être préalablement débattues à partir des données recueillies sur le terrain. Voulons-nous répondre aux besoins de la faune ? Est-ce qu'un des objectifs est de protéger la qualité du cours d'eau des assauts de l'eau de ruissellement ? Ou encore, souhaitons-nous y accueillir quelques activités récréatives telles que la marche et l'observation d'oiseaux, etc. ? Répondre à ces questions, c'est s'engager dans une réflexion qui permettra de déterminer la largeur de la zone tampon : elle pourrait donc varier de 20 m si l'on cherche en tout point à protéger l'intégrité d'un petit cours d'eau; au moins 30 m seront nécessaires pour

protéger le cours d'eau et quelques espèces fauniques; la largeur de la zone tampon pourrait même aller jusqu'à environ 200 m si la protection de la qualité d'eau d'une plus large rivière est un objectif à atteindre (Condon, 2003; USDA, 1998; Ferguson, 1998; Chase *et al.*, 1997 dans Mitchell, 2002). Également, plus la zone tampon est large, plus une certaine biodiversité peut y régner et plus son rôle à mitiger les impacts de l'utilisation des terres adjacentes pourra y être observé (Mitchell, 2002; USDA, 1998; Roth *et al.*, 1996).

Les autres avantages liés à l'instauration d'une zone tampon concernent aussi la protection contre l'érosion des berges, la diminution des risques d'inondation, le contrôle de la température de l'eau ainsi que la perméabilité des sols offrant jusqu'à 60 % de régression des polluants, notamment les sédiments et le phosphore, et permettant l'infiltration de l'eau de surface dans le sol (Mitchell, 2002; Schueler, 1994; ministère de l'environnement de l'Ontario, 2003; MPCA, 2008).

Somme toute, même si la recension des écrits suggère une *largeur raisonnable* de 30 m de bande riveraine (Mitchell, 2002), il est impossible de statuer de façon unilatérale que cette distance sera suffisante dans toutes les situations (Gagnon *et al.*, 2007). La complexité des milieux demande que les critères de protection des cours d'eau soient établis en fonction de leur particularité. La problématique que pose la plus ou moins grande distance de la zone tampon à aménager devrait être discutée par tous les intervenants interpellés par le projet (USDA, 1998). Par ailleurs, il faut rappeler que la zone tampon ne peut être la seule mesure de protection d'un cours d'eau : un ensemble de mesures ayant pour objectif la protection de la ressource *eau* doit être appliqué à l'échelle d'un bassin versant (Mitchell, 2002; Gagnon *et al.*, 2007).

1.2.5 ORGANISATION SPATIALE ET DENSITE URBAINE

Les différents types d'habitations que l'on retrouve partout dans les pays industrialisés offrent des avantages et des inconvénients qui varient selon les besoins de chaque famille. Cependant, toutes n'ont pas le même rapport à l'environnement.

Ce qui suit démontre plus en détail l'influence des différentes formes de bâti et leur densité dans la création du ruissellement.

Si on calcule le volume d'eau de ruissellement à l'échelle d'une parcelle d'habitation d'un acre (4047 m²), on peut conclure qu'une maison individuelle (Figure 1.9, schéma 1) en produit moins que quatre (Figure 1.9, schéma 2), puisqu'elle occupe moins de surfaces imperméables et moins que huit (Figure 1.9, schéma 3) à raison de 20 % pour une maison comparativement à 65 % pour huit maisons (EPA, 2006; Stone Jr, 2004).

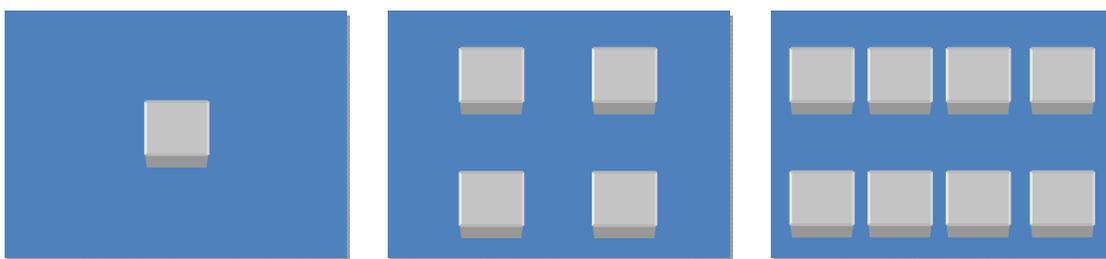


Schéma 1	Schéma 2	Schéma 3
Une maison par acre (4047 m ²)	Quatre maisons par acre (4047m ²)	Huit maisons par acre (4047 m ²)
Surface imperméable = 20 %	Surface imperméable = 38 %	Surface imperméable = 65 %
Ruiss /acre = 530 m ³ / an (18,700 pi ³)	Ruiss /acre = 702 m ³ / an (24,800 pi ³)	Ruiss /acre = 1121 m ³ / an (39,600 pi ³)
Ruiss /log. = 530 m ³ / an (18,700 pi ³)	Ruiss /log. = 175 m ³ / an (6200 pi ³)	Ruiss /log. = 140 m ³ / an (4950 pi ³)

Figure 1.9 - Comparaison de différentes densités d'habitation (adapté EPA, 2006, p.13)

Par contre, le schéma 1 de la Figure 1.9 affiche un volume d'eau de ruissellement par acre inférieur à celui du schéma 3, car celui-ci ne tient pas compte de l'étendue du territoire nécessaire pour accommoder chaque logement faisant partie du scénario du schéma 3. En effet, comme dans cette hypothèse huit habitations sont concentrées sur une même parcelle, l'espace résiduel d'un site à développer peut être alloué à la végétation et servir différents intérêts dont celui de préserver les fonctions hydrologiques (EPA, 2006; EPA, 2007 ; MPCA, 2008;

Zielinski, 2002). Ainsi, la quantité d'eau de ruissellement doit se calculer en tenant compte du nombre de logements par m² et de la superficie du territoire nécessaire pour les accueillir. Ces données reflètent de manière plus juste les réelles implications du choix de la densité d'habitation d'un projet (EPA, 2006).

En fait, le terme *faible densité* exprime qu'un territoire donné accommode peu de logements par opposition à *forte densité*. Si la densité est faible, la quantité d'unités de logement, qui ne fait pas partie d'un projet domiciliaire en regard de la croissance démographique à venir, devrait forcément être implantée quelque part ailleurs et consommer encore plus de territoire. Selon l'étude menée par l'Agence de protection environnementale américaine (EPA) (2006), un bassin hydrographique densément peuplé représente environ huit bassins hydrographiques de faible densité en termes de nombre d'unités de logements (EPA, 2006). Ainsi, compte tenu du vaste territoire exigé pour les accommoder toutes, environ 74 % plus de ruissellement sera produit que si l'on occupe seulement un seul bassin plus densément développé (EPA, 2006).

Il existe deux différents termes qui désignent deux types de densité : la densité nette et la densité brute. La densité nette à l'hectare est calculée pour la surface occupée par les lots seulement et non pour le reste des surfaces occupées par le quartier qui inclut les rues et les parcs. On divise alors le nombre total de logements construits par la superficie d'un territoire donné une fois la portion correspondant à l'emprise des rues, des parcs et des autres infrastructures d'utilité publique enlevée. Quant à la densité brute, elle se calcule en divisant le nombre de logements construits par la superficie d'un territoire donné sans enlever la portion correspondant à l'emprise des rues, des parcs et des autres infrastructures d'utilité publique (CMQ, 2010),

Cependant, il ne faut pas confondre la notion de densité et le type de logement. En effet, une certaine densité peut référer à différents types de logements. Par exemple, il existe des quartiers où la taille des maisons unifamiliales est très grande, mais occupent de petits terrains et donc, où la densité peut se comparer à un

quartier d'une typologie multifamiliale. Ce phénomène s'observe dans le cas de deux développements de la région de Québec où le premier, situé dans la MRC Jacques-Cartier, possède 28 bâtiments unifamiliaux isolés sur une superficie de 0,7 ha (densité nette : **40,9 log / ha**); le deuxième est situé dans la MRC de Lévis et possède 42 bâtiments dont 94 % sont des logements multifamiliaux qui occupent une superficie de 6,2 ha (densité nette : **41,5 log / ha**). Comme on peut le constater, les deux développements ont pratiquement la même densité (CMQ, 2010) (Annexe 3). On peut aussi comprendre à travers cet exemple que l'un et l'autre de ces quartiers **n'auront pas le même rapport de ruissellement par logement**. En effet, le deuxième exemple occupe plus de territoire, mais devrait avoir un taux de ruissellement (C) beaucoup moins élevé par logement à cause du nombre de logement, malgré une densité presque identique au premier exemple. Cela montre également comment la densité nette, qui permet d'isoler uniquement les bâtiments d'habitation et la parcelle, peut nous renseigner davantage que la densité brute sur le potentiel de ruissellement par type d'habitation (densité nette par type d'habitation, tableau 4.8). Si les rues et les espaces libres étaient inclus dans le calcul, le lien établi entre densité, ruissellement et type d'habitation serait moins évident.

En résumé, le déboisement ou l'occupation grandissante du territoire par le développement résidentiel de faible densité est, à long terme, la cause de l'augmentation de la production de ruissellement. Non seulement l'étalement urbain de faible densité a des répercussions graves sur les milieux boisés, mais on comprend également que ce type d'aménagement entraîne aussi plus de ruissellement par logement que le développement à haute densité d'habitations.

Voyons maintenant comment les superficies de surfaces imperméables relatives aux espaces extérieurs publics et privés constituent un apport important en ruissellement dans les quartiers domiciliaires.

1.2.6 REDUCTION DES SURFACES IMPERMEABLES

La section suivante cible les critères et les mécanismes urbanistiques qui déterminent un quartier ou une parcelle d'habitation résidentielle à produire le

ruissellement. Le dimensionnement des lots, les largeurs de rue ainsi que la présence et le type de couvert végétal retrouvé dans les quartiers contribuent à augmenter ou à diminuer le ruissellement.

1.2.6.1 Dimensionnement des lots et largeur des rues

Les aménagements extérieurs qui bordent les habitations ainsi que les largeurs et longueurs des voies de circulation influencent substantiellement la production du ruissellement d'un quartier (Stone *et al.*, 2006; SCHL, 2007; EPA, 2006). Un fort pourcentage de surfaces imperméables est observable dans les pratiques actuelles d'aménagement par le dimensionnement des infrastructures extérieures publiques et privées d'habitations résidentielles. À titre d'exemple, les sentiers de circulation, l'entrée et le stationnement d'une résidence peuvent compter à eux seuls jusqu'à trois fois les surfaces imperméables du bâtiment, ce qui constitue un impact majeur sur les volumes totaux d'une parcelle d'habitation (SCHL, 2007).

De même, certaines études démontrent que la réglementation municipale encourage parfois le surdimensionnement de ces aménagements. En effet, les marges de recul du bâtiment et la dimension du terrain en façade de la parcelle ont un impact sur la quantité de surfaces et, conséquemment, sur les volumes d'eau de ruissellement (Stone *et al.*, 2006; SCHL, 2007; EPA, 2006; Stone Jr, 2004).

Les conclusions de ces études identifient la distance de retrait (*setback*) entre la maison et la rue comme étant une cause importante des grandeurs de stationnements privés. De nouveaux quartiers seraient donc sujets à produire une grande quantité de ruissellement simplement par l'application de règlements municipaux. Si les normes de certaines municipalités étaient revues, cela pourrait éventuellement contribuer à une réduction de 30 % des volumes de ruissellement (Figure 1.10) (Stone *et al.*, 2006).

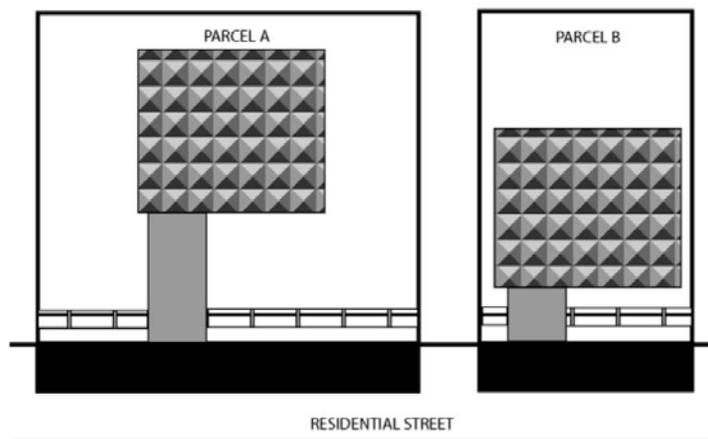


Figure 1.10 - Schémas démontrant l'impact de règlements municipaux qui peuvent influencer l'imperméabilité de la parcelle. La parcelle A représente une situation où la réglementation suggère des marges de recul éloignées de la rue ainsi que des marges latérales plus larges, alors que la parcelle B propose un lotissement où les marges latérales sont moins larges et, celles de recul, moins éloignées, ce qui se traduit par une plus grande cour arrière (adapté de Stone Jr, 2004, p. 104).

De plus, en réduisant en largeur la taille de tous les lots résidentiels d'un développement (Figure 1.10, parcelle B), la longueur des rues desservant chacune des résidences serait par ce fait réduite. Suivant ce principe qui encourage le regroupement d'habitations, une méthode de design observée dans la stratégie de l'*Open space design*, cela permet, d'une part, de diminuer le taux d'imperméabilité d'un développement et, d'autre part, de réallouer l'espace gagné globalement en terrain propice à la diminution du ruissellement (Zielinski, 2002; MPCA, 2008; Condon, 2003; Stone Jr, 2004).

La stratégie de réduction des surfaces pavées, relevée de manière générale dans les ouvrages de référence, privilégie également des rues plus étroites qui offrent une circulation dans les deux sens. Les largeurs recommandées varient de l'ordre de 6 à 9 m plutôt que de 9 à 12 m (Condon, 2003; EPA, 2007). Une fois réduite la largeur des rues, plus d'espace serait disponible sur les côtés pour insérer une végétation qui viendrait à la fois retenir l'eau de ruissellement et filtrer cette eau à forte concentration de polluants. Ce dispositif végétal intégré le long des rues, sous forme de noues herbacées (*grass swale, street swale*), capte et filtre les eaux en plus d'en faciliter l'infiltration directement dans le sol (Ferguson, 1998) (voir chapitre 3 pour plus de détails).

1.2.6.2 *Effet de la pelouse*

Une autre source potentielle de ruissellement et de contamination de l'eau de ruissellement réside dans l'étendue de gazon, encore une fois dictée par les dimensions d'un lot (Stone *et al.*, 2006). Quoique certains pensent que le gazon est une surface absorbante appréciable, il semble au contraire qu'il ne puisse être considéré comme tel, compte tenu d'un certain nombre de facteurs (EPA, 2006; Schueler, 1994; Zielinski, 2002; Marsh, 2005).

Le premier facteur est lié à la nature et à la préparation des sols généralement associées à l'épandage de gazon. Il faut se rappeler que l'étape d'engazonnement survient après que la machinerie ait compacté le sol dans le travail de construction de la maison. Le sol en place, prêt à être tourbé, est souvent un remblai d'excavation généralement non amendé auquel on ajoute une mince couche de terre végétale (environ 100 à 150 mm). Également, les terrains gazonnés sont généralement aplanis et aménagés en pente de 1 à 3 % vers la rue pour un meilleur drainage, comme le règlement l'oblige. Les conditions d'infiltration peuvent donc être limitées, surtout durant les événements pluvieux de courte durée.

Le deuxième facteur est d'ordre physiologique de la plante. En effet, le pâturin du Kentucky (*Poa pratensis*, *Kentucky bluegrass*), de loin l'espèce la plus utilisée (gazon en plaques) pour ses qualités de bonne rusticité, sa croissance agressive et sa capacité de récupération, est considéré comme étant une plante ayant une faible profondeur de racines due au fait qu'elles se multiplient par la propagation de rhizomes ou de stolons (FIHOQ, 2008). Plus les racines des plantes choisies pour les aménagements extérieurs sont courtes, moins important est le potentiel de percolation dans le sol.

Le troisième facteur est surtout lié à l'entretien des pelouses. En effet, bien qu'à l'heure actuelle il soit recommandé de maintenir l'herbe à une hauteur de 8 cm pour favoriser la vigueur des plantes, plusieurs préféreront la conserver plus courte pour des raisons esthétiques (5 à 8 cm) offrant moins de résistance au ruissellement dû au feuillage court (FIHOQ, 2008). De plus, la hauteur de la tonte a un effet direct

sur la profondeur des racines. Les résultats d'une étude réalisée par l'Université de Guelph (Ontario) révèlent que les racines du pâturin du Kentucky sont deux fois et demie plus longues que la hauteur du feuillage défini par la tonte (Eggens, 1998 dans FIHOQ, 2008).

Finalement, à cause de leur tonte régulière, les espaces engazonnés produisent beaucoup de déchets verts, parfois même lessivés par la pluie. Ces déchets verts peuvent être des sources d'azote, (N), de phosphore (P) et de potassium (K) contenus dans le ruissellement, qui favorisent la prolifération des algues des lacs et des rivières.

Une véritable cour absorbante comporterait d'autres choix de graminées que le pâturin du Kentucky. Des expériences révèlent qu'une diversité de plantes, comme le trèfle blanc et autres fêtuques, ajoutées dans le mélange traditionnel de pâturin du Kentucky serait un choix plus écologique, c'est-à-dire qui nécessiterait moins de tonte, moins de fertilisants et de pesticides en plus d'augmenter les performances liées à la gestion du ruissellement des espaces verts. Ce type de couvert améliorerait également la qualité du sol tout en offrant un aspect visuel se rapprochant du gazon (SCHL, 1996-2012).

1.3 QUESTIONS DE RECHERCHE

En regard de tous les aspects abordés jusqu'à présent, il ressort que la forme repandue de nouveaux quartiers résidentiels, a pour problématique d'engendrer le retrait du couvert végétal et de changer drastiquement la nature des sols par l'imperméabilisation des surfaces. En plus de détruire les habitats naturels, les perturbations dans l'occupation des sols et la nature homogène des environnements urbains, ont pour effet de modifier les écosystèmes, ce qui dépasse souvent la capacité des espèces floristiques et fauniques à s'adapter. À terme, cette situation a pour résultat d'abaisser la biodiversité autant locale que globale (Mckinny, 2002).

Nous avons également mentionné d'autres impacts liés au manque de végétation dans les quartiers tels que la création d'îlots de chaleur, la pollution de

l'air, la diminution de la qualité du cadre de vie et finalement, la perte d'infiltration des eaux pluviales dans le sol.

Par ailleurs, l'augmentation des surfaces imperméables en milieu urbanisé on fait naître un système de gestion des eaux de surface muni d'égouts et de canalisations pour palier à la présence accrue du ruissellement. Comme il a été énoncé, ce système représente une menace pour les milieux naturels récepteurs ainsi que pour la faune aquatique. D'autres problèmes tels que la contamination des eaux par l'accumulation de polluants sur les surfaces imperméables, le débordement d'égouts et les inondations lors de fortes pluies s'ajoutent à la déficience du système traditionnel de gestion des eaux de surface.

D'un autre côté, les espaces urbains couverts de végétation ont un important rôle à jouer dans la gestion des eaux de surface. Lorsqu'elle recouvre le sol en abondance et de manière diversifiée, la végétation soutient un bon fonctionnement du cycle hydrologique par ses propriétés d'absorption et d'infiltration en plus d'offrir multiples autres avantages autant à l'homme qu'à la faune. Un des objectifs d'un ensemble résidentiel plus écologique devrait donc comprendre plus de végétation afin de favoriser un cycle hydrologique qui se rapproche davantage de celui d'origine.

À cet égard, la littérature qui traite de la gestion écologique des eaux pluviales propose d'adopter l'approche du *Low impact development*. Celle-ci préconise l'emploi de pratiques de gestion optimales des eaux pluviales végétalisées dans le but de recréer le cycle hydrologique pré-développement. D'autre part, la stratégie de *l'Open space design* ayant trait à la conception d'ensemble d'un quartier, est un moyen efficace de retenir plus de végétation pré-développement et de protéger des terres (Wasowski et Wasowski, 2000). Ce point a été crucial dans le choix de cette stratégie pour fins d'utilisation dans le cadre de cette étude.

En résumé, il semble que l'application de la stratégie de *l'Open space design*, combinée aux pratiques de gestion optimales des eaux pluviales végétalisées

(PGOV) peuvent limiter la production de ruissellement et favoriser l'infiltration en recréant un écosystème urbain.

Suivant ces constats, la question principale de la présente recherche est exposée comme suit : Comment l'application de la stratégie de *l'Open space design*, dans la conception d'un quartier résidentiel permet-elle de diminuer la production du ruissellement urbain ? Quant aux questions subsidiaires, on pourrait les élaborer comme suit : Quels sont les principaux impacts de l'application de cette stratégie sur l'aménagement urbain et les types de logement dans le quartier ? et finalement : Comprendre le rôle des trois facteurs en cause dans la production du ruissellement, soit la densité nette d'habitat, la nature des surfaces et l'organisation spatiale.

Afin de répondre à ces questions, nous proposons de travailler plus précisément sur le rapport entre les quantités de surfaces perméables et imperméables, limitant ou augmentant la production du ruissellement pluvial et qui s'avère être le cœur du problème.

1.4 OBJECTIFS DE LA RECHERCHE

Voici les quatre objectifs principaux de la présente recherche :

- Le premier est de dresser le portrait actuel du modèle d'ensemble résidentiel du point de vue du ruissellement dans un contexte de banlieue au Canada;
- Le deuxième est de proposer des scénarios de quartiers résidentiels inspirés de la stratégie de *l'Open space design* ainsi que les pratiques de gestion optimales végétalisées qui participent à la réduction du ruissellement;
- Le troisième est de comprendre le rôle des trois facteurs en cause dans la production du ruissellement, soit la *densité d'habitat*, la *nature des surfaces* et l'*organisation spatiale*;
- Le quatrième est de dresser le bilan des interventions dans un contexte de réduction des surfaces boisées et d'augmentation des surfaces imperméables.

1.5 ESQUISSE DE LA METHODE

La méthode employée pour atteindre les objectifs de notre recherche est de faire une étude de cas sur un ensemble résidentiel existant de la banlieue montréalaise. Cette étude de cas présente une description chiffrée et qualitative pour chaque situation d'aménagement, soit celle du terrain avant développement; du quartier actuel avec les paramètres observés par le promoteur du projet; et de deux scénarios de quartier comprenant deux densités différentes d'habitation.

Par la suite, chaque situation d'aménagement sera comparée au moyen du coefficient du ruissellement (C) et de la densité nette. Le premier indicateur nous renseigne sur des composantes urbaines à produire du ruissellement et le deuxième sur la densité des types d'habitation du quartier.

1.6 PRESENTATION DES SECTIONS DU MEMOIRE

Au prochain chapitre sont présentées en détail la méthodologie employée pour cette étude et la démarche à suivre en vue de la cueillette de données et de l'obtention des résultats.

Au troisième chapitre, nous faisons état de quelques pratiques de gestion optimales végétalisées, incluant celles employées dans les propositions de scénarios d'aménagements résidentiels alternatifs. Leurs objectifs et performances sont présentés afin de mieux comprendre leur rôle respectif à l'intérieur d'un système de gestion des eaux pluviales au sein d'un quartier résidentiel.

Au quatrième chapitre, nous exposons les résultats de l'étude de cas qui inclut la description et le diagnostic de chacune des quatre situations d'aménagement du site. À la fin de ce chapitre, une section explique plus précisément les liens qui concernent le ruissellement avec le phénomène de densité observé dans deux des quatre situations d'aménagement soit les deux scénarios proposés.

Juste avant de conclure, nous proposons une discussion au chapitre cinq sur ce que les résultats obtenus révèlent et la manière dont le lecteur devrait les

interpréter en regard du contexte dans lequel l'étude a été faite. Une section de ce même chapitre traite également des limites de l'étude.

Enfin, le dernier chapitre expose les conclusions de l'étude en situant l'implication de la recherche dans ce domaine de la gestion des eaux pluviales et ouvre la porte sur quelques pistes et perspectives d'avenir.

CHAPITRE 2

METHODOLOGIE

Dans le présent chapitre, il est question de détailler les méthodes de cueillette de données choisies pour notre étude et la façon dont les données seront comptabilisées et traitées en vue de l'obtention de résultats.

2.1 METHODES CHOISIES

Tel qu'énoncé à la fin du précédent chapitre, nous voulons accumuler des données sur la production du ruissellement d'un quartier résidentiel. Pour ce faire, deux méthodes de cueillette ont été sélectionnées : premièrement, une étude de cas, en l'occurrence, celle d'un quartier résidentiel existant et, deuxièmement, la méthode de scénarios comparatifs élaborés à partir des données recueillies dans l'étude de cas.

Pour fins de comparaison des scénarios, nous nous sommes servi du coefficient de ruissellement (C) comme indicateur. En effet, tel que détaillée à la section 2.1.2, la valeur C est une valeur constante qui exprime « le rapport du volume total de ruissellement sur celui de la précipitation » (selon une pluie donnée) (MDDEP, 2011, p.6-25). Cet indicateur constitue donc un bon outil pour établir les performances de ruissellement de chacune des situations d'aménagement données.

2.1.1 ÉTUDE DE CAS

Les raisons qui justifient l'étude d'un cas précis d'un quartier résidentiel sont basées sur le désir d'observer et d'analyser l'objet dans son contexte, à savoir un nouveau quartier résidentiel et les éléments urbains qui le composent. Nous pensons que l'observation spatiale d'un quartier actuel peut fournir des réponses aux questions de recherches principales et subsidiaires et aider à isoler les trois facteurs présumés être en cause dans la production du ruissellement. Deux raisons principales ont motivé l'emploi de cette méthode de recherche.

Premièrement, nous savons que les quartiers en périphérie regroupent, et ce depuis l'après-guerre, une importante proportion de maisons individuelles¹⁵ qui peuvent être parfois étalées sur de très longues portions continues de territoire. Compte tenu de la menace que cette forme de bâti représente pour l'intégrité de l'environnement, il nous semble important de recueillir plus de données concrètes sur ce phénomène et de fournir une base à de futurs travaux. Ces données recueillies vont servir à dresser le portrait morphologique actuel d'un quartier typique et de la situation du ruissellement qui en découle.

Deuxièmement, l'étude de cas nous permet d'obtenir des données fiables pouvant servir à la comparaison. En effet, une fois le potentiel de ruissellement du quartier visé établi, il représente la base sur laquelle nous pouvons ensuite nous appuyer pour faire des comparaisons avec d'autres aménagements de ce même quartier. Compte tenu qu'ils sont présumés produire moins de ruissellement, il sera possible de faire des constats sur ce qui les distingue. Le détail de ces autres aménagements, voir scénarios de quartier, sont davantage élaborés dans la prochaine section. Cet exercice, qui mène à l'établissement d'un taux de ruissellement comparable, revêt une importance majeure pour tenter de répondre à notre question principale : Comment l'application de la stratégie de *l'Open space design*, dans la conception d'un quartier résidentiel permet-elle de diminuer la production du ruissellement urbain ? En résumé, de nouvelles propositions d'aménagement peuvent davantage être sujettes à des analyses et discussions si nous pouvons les comparer avec une situation existante.

2.1.2 ANALYSES COMPARATIVES DE LA PERFORMANCE DU RUISSELLEMENT SELON QUATRE SITUATIONS D'AMENAGEMENT

Cette étude cherche à évaluer si l'intégration de principes alternatifs de conception et l'intégration de pratiques de gestion optimales des eaux pluviales végétalisées au quartier contribueraient à réduire la production de ruissellement totale. Donc, parallèlement à notre étude de cas, nous avons construit deux scénarios d'aménagement à partir des données disponibles du site à l'état «avant-

¹⁵ En 2006, 45,7 % des constructions résidentielles sont des maisons individuelles non attenantes (SCHL, 2010).

développement» et de celles du «quartier actuel» issues de notre étude de cas. Les deux scénarios représentent donc deux nouvelles propositions de quartier résidentiel.

La première proposition établit un cadre d'aménagement se rapprochant du quartier actuel, mais dont les critères intègrent tous les éléments réducteurs de ruissellement abordés au chapitre 1. De plus, elle conserve les mêmes types de bâtiments.

La deuxième proposition revoit en entier la configuration du quartier en changeant de modèle de développement. En effet, ce scénario propose une conception qui s'apparente davantage à certains quartiers plus denses des grandes villes. Cela fait alors abstraction des tendances actuelles du développement résidentiel de banlieue, mais propose une avenue observée dans différents quartiers d'avant-garde par l'intermédiaire de notre recension des écrits sur ce sujet¹⁶. Ce scénario s'inspire d'expériences faites en matière de densité d'habitations comme contrepoids à l'étalement urbain. Par conséquent, un nouveau type de bâtiments a été créé pour le design de ce quartier.

Les deux scénarios visent l'augmentation du couvert végétal et la recherche d'espaces perméables dans le tissu urbain au profit d'une meilleure gestion des eaux pluviales. C'est pourquoi, durant l'exercice de leur conception, la protection des cours d'eau et l'augmentation du couvert végétal est au cœur de la conception et du design des scénarios. Le tableau 2.1 décrit les quatre situations d'aménagement analysées dans notre étude.

Une fois les deux nouveaux scénarios créés, nous avons amassé les données chiffrées des quatre situations d'aménagement de manière à pouvoir les comparer du point de vue du ruissellement.

¹⁶ Nous avons parcouru plusieurs revues du domaine de l'aménagement et l'internet à la recherche de projets ou de quartiers réalisés avec une gestion intégrée des eaux de ruissellement, qui intègrent notamment des bâtiments construits en hauteur (Condon, 2003) et qui sont issus de différents courants d'avant-garde tels que le *Nouvel urbanisme*. Voici les plus pertinents : East Fraser Lands , City of Vancouver, (2006), East Clayton, City of Surrey, (2003), Hannover-Kronsberg, (City of Hannover, (2004).

Description des quatre situations d'aménagement				
Avant-développement	Il représente l'état du site immédiatement avant la construction du quartier actuel. Les principaux éléments que l'on retrouve sont des chemins de terre, des zones de végétation et quelques bâtiments.			
Développement actuel	L'état du site actuel est représenté par le quartier résidentiel réalisé par le promoteur selon les normes et lois en vigueur. Tous les éléments urbains que l'on observe normalement dans ce type d'endroit tels que les rues, les bâtiments, les parcs et les maisons s'y retrouvent.			
Étapes de conception de l'Open space design				
	1. Statuer sur la quantité d'espace libre à protéger	2. Localiser l'espace réservé aux habitations et statuer sur le nombre et le type de bâtiments qu'il est possible d'intégrer	3. Identifier les rues	4. Tirer les lignes des lots
Scénario 1	Pour ce scénario, les îlots boisés existants sont conservés et une protection riveraine est établie sur tous les ruisseaux visibles dans la situation avant-développement.	Les espaces d'habitation sont ceux qui sont non sujets à la protection des boisés, les zones inondables et les bandes riveraines. Le même nombre de logements que celui du quartier actuel est conservé, mais les quantités de bâtiments par type sont ajustées en fonction de l'espace disponible plus restreint.	La largeur des rues est réduite et celles-ci desservent toutes les grappes d'îlots. Les rues qui enjambent les zones de protection et les boisés passent sur des ponts pour protéger le milieu naturel (les PGOV sont ajoutés durant la conception des rues).	Les grappes d'îlots étant plus réduites, ceci amène donc les lots à être plus concentrés. Les marges de recul et les marges latérales des bâtiments sont donc diminuées, ce qui donne des lots plus petits en moyenne (les PGOV sont ajoutés une fois les dimensions de la parcelle statuées).
Scénario 2	Pour ce scénario, les îlots boisés sont conservés et une protection riveraine est établie de la même manière que pour le scénario précédent. Cependant, ces protections s'étendent sur la totalité des attraits naturels existants du secteur en dépit des limites des propriétés et de celles du terrain à l'étude.	Les espaces d'habitation sont ceux qui sont non sujets à la protection des boisés et des bandes riveraines. Le même nombre de logements que celui du quartier actuel est conservé pour ce scénario, mais les types d'habitation sont changés par des habitations plus denses de 4 étages. Pour ce scénario, les bâtiments s'implantent au centre d'îlots urbains.	Les rues sont réduites en longueur et en largeur. Pour ce scénario, elles prennent la forme d'une grille orthogonale tout en s'adaptant aux formes des grappes d'îlots d'habitation (les PGOV sont ajoutés durant la conception des rues.)	Les lignes de lots sont celles formées par les îlots urbains, tandis que celles pour les maisons en rangées ont été réduites au minimum. Les marges de recul sont les mêmes qu'au scénario précédent (les PGOV sont ajoutés une fois les dimensions de la parcelle statuées).

Tableau 2.1 : Description des quatre situations d'aménagement analysées dans notre étude

Le moyen utilisé pour des fins de comparaison des situations d'aménagement est le « coefficient de ruissellement pondéré » (C_p). Selon l'Office québécois de la langue française, le « coefficient de ruissellement » (C) représente une « quantité d'eau de ruissellement exprimée en pourcentage de la chute de pluie totale sur une région donnée » (Office québécois de la langue française, 1974). Il peut alors nous renseigner sur la disposition d'une surface à produire du ruissellement et s'exprime sous la forme d'une valeur qui se situe entre 0 et 1. Cette valeur intègre plusieurs paramètres tels que « la nature de la surface, la pente, le stockage possible en surface, le degré de saturation et l'intensité de pluie » (MDDEP, 2011, p. 6-25). Le coefficient pondéré (C_p), quant à lui, est le résultat moyen des différentes valeurs de C de l'ensemble des surfaces d'un territoire à l'étude. Dans le cadre de notre recherche, il permet de dresser le portrait approximatif du potentiel de ruissellement propre à chaque site, indépendamment du nombre de surfaces qui s'y trouve et de les comparer.

Le coefficient de ruissellement est une valeur couramment utilisée dans la pratique en aménagement du territoire, mais principalement par les ingénieurs. De façon traditionnelle, on l'associe à un type de surface pour ensuite l'intégrer dans la formule de la méthode rationnelle qui sert à estimer les débits de ruissellement. (MDDEP, 2011, p. 6-25). Ces estimations servent ensuite à dimensionner les ouvrages d'évacuation des eaux pluviales. Les tables de coefficients sont faciles à trouver dans la littérature et simples à comprendre sans pour autant que l'on doive posséder des connaissances approfondies en hydrologie urbaine. Son utilisation servait bien les objectifs de l'étude de même qu'elle permettait de rendre les résultats accessibles aux personnes issues de d'autres disciplines que l'ingénierie. Le coefficient de ruissellement ainsi que la manière de recueillir les données sont plus détaillés dans les prochaines sections.

L'objectif poursuivi par l'emploi de cette méthode est double. Dans un premier temps, le fait de créer des scénarios aide à comprendre les différences fondamentales entre diverses interventions faites sur le territoire partant de l'état du terrain originel à diverses situations morphologiques urbaines qui peuvent suivre son évolution et qui n'ont pas les mêmes conséquences sur l'environnement.

Dans un deuxième temps, une fois les scénarios créés, ils peuvent être comparés entre eux pour identifier les principes d'aménagement urbain qui influent davantage sur la production de ruissellement d'un quartier tel que la *densité nette*, *l'organisation spatiale et la nature des surfaces*.

2.2 CUEILLETTE ET TRAITEMENT DES DONNEES

Dans les lignes qui suivent, il sera question de l'unité d'observation choisie, des documents utiles au recensement de nos données, de la description des étapes de notre travail et de la création d'un tableau de valeurs.

2.2.1 UNITE D'OBSERVATION

Lorsqu'est venu le temps de choisir notre unité d'observation, c'est-à-dire un ensemble résidentiel, la Ville de Laval a attiré notre attention à cause de l'essor démographique impressionnant qu'elle a connu au cours des dernières années, appuyé en bonne partie par le déplacement des populations vers la périphérie. En moyenne, 2361 nouveaux logements ont vu le jour à chaque année entre 2001-2005 dont plus de la moitié sont des maisons unifamiliales (Ville de Laval, 2006).

Au sud ouest de Laval, particulièrement dans le secteur de Sainte-Dorothée, l'augmentation de la population a favorisé la construction de nouvelles maisons. Le parc de maisons de ce secteur compte plus de 50 % de maisons neuves construites depuis 1981. Le revenu familial moyen des ménages est de 79 826 \$ par année et la majorité des familles vivent dans des maisons isolées¹⁷ (Annexe 5) (Benoit, 2003).

Après avoir visité trois sites potentiels, notre choix s'est arrêté sur un quartier situé en bordure de la Rivière-des-Prairies, attenant à l'autoroute 13 (Figure 2.1), près des grands axes routiers et de l'Aéroport international Pierre-Elliott-Trudeau. Sa superficie totale est de 389 363 m² (38,93 hectares)¹⁸.

¹⁷ Proportion des types d'habitations construites à Sainte-Dorothée en 2001: isolée : 71,23 %, jumelée : 11,61 %, en rangée : 2,16 %, autre attenante : 0,06 % (Benoit, 2003).

¹⁸ Faute d'information à propos des constructions de la dernière phase du projet (non amorcée), seulement 320 565 m² (32,05 hectares) feront partie de la zone étudiée.

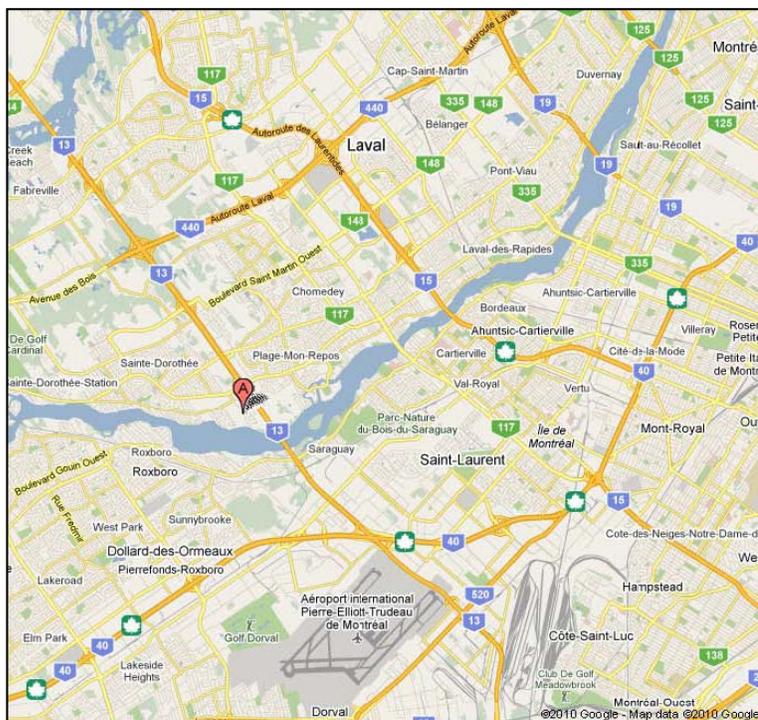


Figure 2.1 : Carte régionale montrant une partie des Villes de Laval et de Montréal ainsi que l'emplacement du développement résidentiel choisi (Google map, 2010).

Trois critères principaux ont guidé le choix du quartier retenu. Ce dernier devait :

- 1) être de taille moyenne compte tenu du temps restreint à notre disposition pour en faire l'analyse,
- 2) être une bonne représentativité du contexte actuel de l'habitation,
- 3) être récemment complété ou en voie de l'être afin de tenir compte des dernières tendances en matière de développement résidentiel.

Ce quartier comporte plusieurs types d'habitation et est situé à proximité d'un cours d'eau. Cette dernière composante, ayant trait au contexte naturel dans lequel s'insère le quartier, représente un élément distinctif par rapport à la majorité des autres quartiers résidentiels. Cependant, cela le rend plus intéressant du point de vue de l'étude dans la mesure où un cours d'eau constitue un milieu récepteur de ruissellement et implique une attention particulière dans la manière de le traiter en ce qui a trait à la distance de végétation nécessaire pour sa protection.

La diversité des différents types d'habitations et la quantité raisonnable d'unités de logements (477) répondent aux critères de pertinence et de faisabilité dans le temps pour entreprendre une étude de cas sur ce site. De plus, le parc situé au centre des

habitations et un autre en bordure de la Rivière-des-Prairies ont valu à leurs promoteurs, en 2005, le prix Domus¹⁹ du meilleur projet résidentiel, entre autres, pour son « caractère vert ». L'opportunité de vérifier cette particularité sous l'angle du ruissellement des eaux pluviales a semblé être une raison supplémentaire pour entreprendre une étude de cas sur ce site.

2.2.2 DOCUMENTS UTILES AU RECENSEMENT DES DONNEES

Avant le début de la période de cueillette de données, toute l'information nécessaire pouvant servir éventuellement d'outils de travail a été rassemblée. Le service d'ingénierie de la Ville de Laval a gracieusement fourni les photos aériennes et les plans de lotissement en version électronique ainsi que d'autres documents essentiels à l'analyse des situations passée et actuelle du site (Annexes 6 et 9). Plusieurs visites de terrain ont aussi été nécessaires afin de valider et de compléter, dans la mesure du possible, les plans fournis par la ville. Un inventaire photographique de toutes les composantes du développement a aussi été effectué dont quelques-unes sont présentées à l'Annexe 4.

L'analyse des différents documents a permis la reconstitution de la transformation à jour du terrain et la confection d'un plan de base pour l'étude, mais aussi, et surtout, l'assemblage de suffisamment d'informations précises pour y localiser les surfaces actuelles du quartier.

La revue de quelques ouvrages connus traitant de la gestion écologique des eaux pluviales a également facilité la cueillette de nos données de recherche. Il y en a eu plusieurs, mais les deux suivants ont permis de bien organiser le travail de cueillette de données :

- Le guide du *Low-Impact Development Design Strategies : An Integrated Design Approach*, conçu par le Prince George County en 1999 et qui a été ensuite publié par l'Agence de Protection Environnementale des États-Unis (USEPA);
- Le *Manuel de gestion des eaux pluviales*, publié en 2007, conçu par la Minnesota Pollution Control Agency et qui s'intitule *Minnesota Stormwater Manual*.

¹⁹ Concours réservé aux membres de l'Association provinciale des constructeurs d'habitations du Québec (APCHQ) du Montréal Métropolitain.

Ces ouvrages ont été des outils essentiels à la maîtrise et à la compréhension des concepts de base concernant les stratégies d'aménagement d'ensemble d'un quartier, les techniques de gestion des eaux pluviales et le calcul du coefficient.

2.2.3 DESCRIPTION DES ETAPES DE TRAVAIL

Le calcul des coefficients de ruissellement pondérés de chacune des quatre situations d'aménagement a été réalisé à la suite des étapes suivantes :

- **1^{re} étape** : traçage informatique des surfaces pour chacune des quatre situations d'aménagement;
- **2^e étape** : compilation des superficies de chaque surface dans un tableau;
- **3^e étape** : attribution du coefficient de ruissellement (C) correspondant;
- **4^e étape** : calcul du coefficient de ruissellement pondéré (Cp) de chaque situation ou scénario au moyen de la formule.

2.2.3.1 Traçage informatique et compilation des données

Dans un premier temps, toutes les superficies des éléments physiques au sol ont été tracées systématiquement en mètres carrés au moyen du logiciel informatique DAO Autocad (2006-2008) (Figure 2.3). Les éléments au sol sont visibles à partir de la photo aérienne que nous avons superposée au plan de lotissement (ligne verte) transmis par la Ville de Laval. Une fois grossies, les photos aériennes étaient assez nettes pour nous permettre de tracer les éléments le plus précisément possible. Les visites au terrain et quelques relevés manuels de dimensions ont permis de compléter les informations manquantes.



Figure 2.2 : Section de traçage d'une photo aérienne (adapté de Google.ca, 2008)

On peut voir à la Figure 2.3 une partie de la photo aérienne montrant en exemple la méthode de traçage qui permet de relever les superficies du développement. Ici, des maisons de type unifamilial *distinction*, où l'on peut voir en jaune, les aménagements dits *connectés* au réseau pluvial; en orange, les maisons; en bleu turquoise, les aménagements *non connectés* au réseau pluvial à l'arrière des maisons; en rouge, les cabanons; en bleu foncé, les piscines; et en violet, les rues. On peut également voir en rose le Ruisseau Marineau dans sa partie remembrée sur le site et une section laissée naturelle située en dehors des limites du site.

Une fois le traçage complété, l'aire des surfaces est reportée dans une grille afin d'organiser les données et de permettre de mieux les compiler. Cette grille conçue avec le logiciel Microsoft Excel permet d'en automatiser le calcul et de les rendre dans un format lisible (Tableau 2.2).

2.2.3.2 Calcul du coefficient de ruissellement pondéré (C_p)

Une fois que toutes les données de superficies au sol ont été recensées, elles ont été compilées dans une grille (Tableau 2.2). Dans les colonnes A et A_i , nous avons inscrit les données sur la superficie de chaque surface au sol. La colonne A représente la superficie totale d'un lot et la colonne A_i représente la superficie d'un élément se trouvant sur un lot. Dans la colonne C_i , nous avons indiqué le coefficient de ruissellement attribué à chacune des surfaces en nous référant à la liste des coefficients

créée à cet effet (voir tableau 2.3). La colonne $A_i C_i$ multiplie la colonne A_i et C_i , soit l'aire d'un élément se trouvant sur la parcelle et son coefficient de ruissellement.

Parcelle unifamiliale model "Distinction"								
Ménage	No. Civ.	Aire lot $A (m^2)$	Aire du Toit			Aire aménagements façade		
			$A_i (m^2)$	C_i	Surface, $A_i C_i (m^2)$	$A_i (m^2)$	C_i	Surface, $A_i C_i (m^2)$
1	496	1125,08	169,33	0,85	143,93	381,41	0,90	343,27
1	492	639,59	194,06	0,85	164,95	84,40	0,90	75,96
1	488	639,10	182,31	0,85	154,96	88,90	0,90	80,01
1	476	671,45	201,70	0,85	171,45	91,62	0,90	82,46

Tableau 2.2 : Extrait de la grille servant de support à la compilation des données

Une fois le tableau rempli, on arrive à calculer le coefficient de ruissellement pondéré au moyen de la formule suivante :

$$C_p = \frac{\sum_{i=1}^n A_i C_i}{\sum_{i=1}^n A_i}$$

Voici un exemple de calcul de C_p fait à partir des données de l'extrait de la grille, soit l'aire du toit et l'aire des aménagements pavés en façade du lot au numéro civique 496 du Tableau 2.2.

$$C_p = \frac{169,33 \times (0,85) + 381,41 \times (0,90)}{169,33 + 381,41}$$

$$C_p = \frac{143,93 + 343,27}{550,74}$$

$$C_p = \frac{487,20}{550,47}$$

$$C_p = \mathbf{0,89}$$

- Où
- C_p = coefficient de ruissellement pondéré
 - A_i = aire de caractéristiques i .
 - C_i = coefficient de ruissellement relatif à la surface i .
 - n = nombre de sous-surfaces

Le C_p de la zone qui fait l'objet d'un calcul dans cet exemple est de 0,89. Cela représente donc un taux de 89 % de ruissellement de la surface totale qui inclut le toit et un aménagement paysager en façade. Ce même procédé peut s'appliquer pour toutes les surfaces devant mener à identifier le C_p d'une situation d'aménagement ou d'un scénario.

Chaque situation d'aménagement du site, incluant les scénarios, a donc fait l'objet d'une évaluation du niveau de son imperméabilité pour des fins comparatives, à partir du coefficient pondéré. Celui-ci tient compte de tous les aménagements dans chacune des situations de terrain ou scénario. Avec cet indicateur, il a été possible de connaître de manière approximative la performance globale de ruissellement d'une situation de développement, sans pour autant s'en servir pour le design d'un système de gestion des eaux de surface.

En effet, les choix méthodologiques ainsi que la création d'outils spécifiques pour cette recherche visent à obtenir des indicateurs relativement à la réduction du ruissellement et non à élaborer des projections précises sur des systèmes de gestion des eaux de surfaces. L'objectif est d'obtenir une bonne représentativité des superficies et de l'imperméabilité des aménagements afin de pouvoir comparer les résultats obtenus et ainsi tirer des constats sur leur importance.

2.2.4 CREATION D'UN TABLEAU DE VALEURS DE COEFFICIENTS DE RUISELLEMENT

Pour pouvoir comparer les situations d'aménagement et les scénarios entre eux, nous devons être en mesure de les quantifier. Cette comparaison devait servir à valider les impacts appréhendés de l'*Open space design* sur le quartier.

La raison pour laquelle nous avons fait le choix du coefficient du ruissellement (C) comme outil méthodologique est simple : il est une valeur qui associe l'importance du ruissellement par rapport à un type de surface. Une surface peut générer plus ou moins de ruissellement durant un événement pluvial type selon ce qui la caractérise (nature, pente, stockage possible, degré de saturation) (MDDEP, 2011, p.6-26). Pour connaître son degré approximatif d'imperméabilité, on peut donc se référer à l'indice C

fixé par expertise. Celui-ci est une valeur constante prend en compte la hauteur d'eau ruisselée d'une surface donnée par rapport à la hauteur d'une précipitation (Musy, 2003, 2.16).

Pour justifier la valeur des C relative à chacune des surfaces des situations d'aménagement et des scénarios, nous avons parcouru plusieurs tableaux constitués de valeurs de C attribuées à différentes surfaces pour vérifier s'il existe des similitudes ou des discordances entre les auteurs. Après analyse, les tableaux expriment tous sensiblement les mêmes valeurs de C pour chacune des surfaces au sol, mais aucun ne regroupe tous les types de surface nécessaires à l'évaluation du potentiel de ruissellement des aménagements du site à l'étude et des scénarios. Habituellement, ces tableaux de valeurs ne réunissent que quelques exemples de surface, normalement les plus utilisées (rues, toit, etc.) qui peuvent ensuite être adaptées en fonction des besoins d'un projet.

Les valeurs de C des trois tableaux sélectionnés ont donc été combinées pour ne créer qu'un seul tableau plus détaillé et dans lequel nous y avons ajouté nos propres valeurs, adaptées aux besoins de notre étude. Les relevés de terrains et les documents disponibles ont permis d'attribuer des coefficients C à tous les types de surfaces présentes sur le site et pour toutes les situations d'aménagement. Ces coefficients ont été discutés en compagnie de Danielle Dagenais (directeure de recherche) et d'un expert, Musandji Fuamba (C. Fernet, communication personnelle, avril 2009). De plus, toutes les valeurs font référence à une pluie de récurrence variant de 2 à 10 ans telles que présentées dans les tableaux des différents auteurs sélectionnés²⁰. Le justificatif de ces valeurs est décrit à l'Annexe 4. De ce travail est ressortie une liste de valeurs mieux adaptées à cette recherche, conçue à partir de celles utilisées par des auteurs reconnus dans le domaine de l'ingénierie et employées au Québec et au Canada. Cet outil est essentiel parce qu'il permet de nous doter d'un document synthèse contenant les valeurs à comparer d'une situation de développement à une autre.

²⁰ En l'absence de coefficient de ruissellement pour les zones de biorétention dans les manuels techniques, un coefficient de ruissellement de 0 a été attribué en supposant qu'elles ne produiraient pas de ruissellement lors d'événements pluviaux fréquents puisqu'elles sont dimensionnées en conséquence.

Par le principe de comparaison, c'est-à-dire le fait d'utiliser la même valeur pour le même type de surface d'une situation d'aménagement à l'autre, on peut dégager des constats intéressants sur le lien qu'entretient le coefficient de ruissellement pondéré avec les différentes formes urbaines de développement.

Les tableaux de valeurs des coefficients sélectionnés proviennent des ouvrages suivants :

- Brière, F.G. (2000), *Distribution et collectes des eaux*, 2^e éd.
- Rivard, G. (2005), *Gestion des eaux pluviales en milieu urbain*, 2^e éd.
- Ferguson, B.K. (1998), *Introduction to Stormwater : Concept, Purpose, Design*

Le tableau des coefficients de ruissellement utilisé par Brière (2000) dans ses calculs a été adapté à partir de celui élaboré par l'*American Society of Civil Engineers (ASCE)* et la *Water Environment Federation (WEF)*. Ce tableau est tiré du livre *Design and Construction of Sanitary and Storms Sewers* (1970) (Annexe 10).

Le tableau de valeurs du livre de Rivard (2005) a été créé à partir de ces mêmes sources américaines, mais a été tiré du livre *Design and construction of Stormwater management* (1992) (Annexe 10).

Le tableau de valeurs de Ferguson (1998) a été adapté de : *Table 1 of Design of Roadside Drainage Channels*, U.S. Federal Highway Administration (1973) et *Table 1 of Airport Drainage*, U.S. Federal Aviation Agency, (1965) (U.S. Federal Highway Administration, 1973) (Annexe 10).

Sachant que les sols du secteur choisi sont majoritairement de composition argileuse (Annexe 9), ce qui offre une moins bonne infiltration naturelle, cette donnée a donc été prise en compte dans l'attribution des *C*. L'argile est faite de fines particules et ne contient que de petits pores qui ne laissent percoler l'eau que très lentement²¹. En situation réelle de planification d'un projet de gestion des eaux de ruissellement, des travaux d'amendement et de modifications de la composition du sol en place devraient

²¹ Normalement, l'eau se draine adéquatement par gravité dans un sol aux pores de largeur variant entre 30 et 60 microns (0,03-0,06 mm) (Miller *et al.*, 1990).

fort probablement être apportés afin d'augmenter sa perméabilité à certains endroits stratégiques²².

Dans le Tableau 2.3 sont présentées les trois listes des valeurs des coefficients de ruissellement retenues pour fin de comparaison, selon chacun des auteurs sélectionnés, ainsi que la liste créée pour notre étude. Nous y trouvons tous les types de surfaces présentes dans chacune des quatre situations d'aménagement avec leurs coefficients de ruissellement correspondants.

Tableau des coefficients de ruissellement ⁽¹⁾ comparés					
	Ferguson (4)	Brière (5)	Rivard (6)	Liste créée par l'auteur	
Surfaces uniques	C	C	C	Surfaces uniques adaptées	C adaptés
NA				Jardins de pluie (3)	0,00
NA				Baïssière herbacée (3)	0,10
Forêt (ou boisé)	0.10 - 0.30			Boisé	0,15
NA				Servitude écologique (3)	0,15
Friche		0.10 - 0.30		Friche	0,18
Gazon ou prairie	0.10 - 0.40			Aire herbacée	0,20
Champs en cultures	0.20 - 0.40		0.10 - 0.30	NA	
Gazon pente moyenne (2 % à 7 %)		0.18 - 0.22	0.18 - 0.22	Gazon pente moyenne (2 % à 7 %)	0,22
Gravier en pente forte (100%)			0.18 - 0.22	Gravier en pente forte (100%)	0,22
Surface en gravier		0.15 - 0.30		Surface en gravier (chemins)	0,25
Route en gravier, macadam	0.35 - 0.70			NA	
Gazon en pente forte (100%)	0.50 - 0.70			NA	0,60
Sol dénudé	0.20 - 0.90			Sol dénudé en terre battue	0,70
Pavage de brique (ou béton)		0.70 - 0.85		Pavé uni non-connecté	0,80
Toiture		0.75 - 0.95	0.70 - 0.95	Toitures	0,85
NA				Pavé uni connecté	0,90
Rues en béton, asphalte	0.80 - 0.90	0.70 - 0.95	0.70 - 0.95	Rues en béton, asphalte	0,95
Eau libre (2)				Eau libre	0,99
Surfaces mixtes				Surfaces mixtes	
Terrain de jeux		0.25 - 0.35	0.20 - 0.35	Terrain de jeux	0,30

(1) Tous ces coefficients sont considérés pour une période de retour de 2 à 10 ans.

(2) Coefficient relatif à l'eau libre, source : (M.P.C.A, 2008, p.194)(voir annexe 10 dernier tableau)

(3) Coefficients relatifs aux techniques de gestion des eaux, déterminés par l'auteur

(4) Selon U.S. Federal Highway (1973) dans Ferguson (1998, p.54) (voir annexe 10)

(5) Selon Brière (2000) adapté de ASCE et WPCF (1970, p. 186-187)(voir annexe 10)

(6) selon Rivard (1998, p. 92-93) adapté de WEF (1992) (voir annexe 10)

Tableau 2.3 : Listes de coefficients de ruissellement par auteur

Le résonnement derrière la manière dont nous avons tranché en faveur de telle ou telle valeur de coefficient pour une surface donnée demeure subjective (MDDEP, 2011). En effet, différents coefficients pourraient être attribués à chacune de ces mêmes surfaces, selon des données recueillies lors d'études complémentaires. À chaque projet, ces valeurs sont toujours à revoir en lien avec les caractéristiques du milieu, car elles ne

²² Un sol qui offre une bonne rétention est un sol de texture moyenne comme un sol loameux, par exemple (Miller *et al.*, 1990).

s'appliquent pas de manière absolue à différentes situations de projets. Le jugement du concepteur demeure une part importante du choix final (MDDEP, 2011, 6-25).

Un autre auteur dans le contexte d'une autre étude pourrait éventuellement décider de modifier le tableau des valeurs en fonction de besoins particuliers. Cela dépend toujours des particularités intrinsèques et du contexte environnemental du projet à l'étude (type de sol, pentes, etc.).

Le détail apporté à la description des coefficients de ruissellement qui tiennent compte des aménagements a favorisé une conception «contrôlée» des scénarios par la suite. En effet, l'utilisation de cet outil de codification de la valeur du ruissellement de chaque type de surface contenu dans un quartier résidentiel permet de jauger un plus grand éventail des différentes surfaces perméables et d'en distinguer les variantes chez chacune d'elles.

CHAPITRE 3

GESTION DU RUISSELLEMENT SUR LE SITE

OBJECTIFS ET PERFORMANCE DES TECHNIQUES VERTES

Les systèmes de gestion des eaux de ruissellement basés sur l'apport de végétation intégrée au design du développement sont normalement conçus pour optimiser l'action d'infiltrer et de retenir l'eau. Dans le présent chapitre, nous passons en revue les principales techniques qui poursuivent ces objectifs. Il faut préciser qu'il en existe d'autres qu'il peut être pertinent d'utiliser ou d'adapter selon des contextes urbains ou climatiques, toutefois, l'objectif ici n'est pas de fournir une liste exhaustive de toutes les techniques, mais plutôt d'en comprendre les principes et les concepts de base. Deux d'entre elles seront utiles pour la conception de nos deux scénarios, soit la baissière et le jardin de pluie. Cet aperçu regroupe donc quelques techniques proposées par le *LID* qui peuvent être intégrées aux nouveaux quartiers résidentiels.

3.1 STRUCTURES D'INFILTRATION

Les structures d'infiltration sont toutes munies d'un sol absorbant pour permettre un maximum d'infiltration d'eau. Elles portent différents noms selon leurs usages. Voici les quatre principaux exemples de structure d'infiltration, soit le bassin d'infiltration, les zones de bio-rétention (communément appelées *jardins pluviaux*), les baissières herbacées (aussi appelées *noues*) et les pavages filtrants.

3.1.1 BASSIN D'INFILTRATION

Le bassin d'infiltration est une zone d'absorption aux sols optimisés où l'on dirige les eaux d'écoulement excédentaires. Cette structure est sans aucun doute évoquée dans les livres de référence comme étant la *solution la plus complète* au problème de la gestion de l'eau pluviale en milieu urbain (Ferguson, 1998, p. 191) : « Given that excess runoff has been generated on an urban site, conveyance and detention manage stormwater; infiltration restores it » (*Ibid.*, p. 219). En effet, cette structure permet la recharge hydrique sur le territoire par l'augmentation de l'imperméabilité du sol.

En réalité, les bassins d'infiltration sont «des dépressions dans le sol qui captent et retiennent le ruissellement pendant qu'il s'infiltré» (Traduction libre, *Ibid.*, p. 191). L'écoulement de surface peut être conduit dans différentes structures variant en formes et tailles, végétalisées ou non, mais qui s'appuient toutes sur les principes d'infiltration à travers différents substrats de gravier et de sable (EPA, 1999; Coffman *et al.*, 2002 dans Dunnett *et al.*, 2007; MPCA, 2008). Lorsque l'espace d'accumulation d'eau est saturé, celle-ci demeure généralement à la surface durant une période donnée et s'infiltré lentement dans le sol ou s'élimine par évaporation (généralement, max. 48 h) (MPCA, 2008).

Les travaux nécessaires à la construction de ce type de bassin impliquent seulement un nivellement adéquat de sa forme et de sa profondeur pour son bon fonctionnement et son efficacité (Ferguson, 1998). Un minimum de 1 m de distance doit séparer le fond du bassin de la nappe phréatique pour éviter la contamination. La même distance du roc est requise pour que l'infiltration puisse s'opérer (MPCA, 2008). Cette structure est généralement recommandée pour drainer une superficie variant entre 2 et 20 hectares (5 et 50 acres) (MPCA, 2008).

Également, on peut combler le bassin de matériaux grossiers et le recouvrir de gazon pour l'intégrer au paysage ou permettre l'utilisation de sa surface. Dans ce cas, il sera mieux adapté pour les surfaces de drainage de moins de 4 hectares (10 acres).

3.1.2 ZONES DE BIO-RETENTION

Les zones de bio-rétention (jardin pluvial, *rain garden*, *bioretention cell*) désignent plus spécifiquement une petite dépression munie d'un sol absorbant et recouvert de plantes en surface. Elles favorisent l'infiltration, la rétention, la recharge de la nappe phréatique et la décontamination du ruissellement par les plantes (Prince George's County, 2007; EPA, 1999a; MPCA, 2008). Pour ces raisons, elles sont établies avec une végétation diversifiée telle que des arbres, des arbustes et des plantes herbacées ainsi qu'un substrat particulier (Figure 3.1).

Puisqu'on emploie la zone de bio-rétention pour le traitement de l'eau par le sol et les plantes, elle se retrouve le plus souvent près des surfaces pavées comme les

stationnements publics ou à l'intérieur des ronds-points d'un développement résidentiel (MPCA, 2008; Claussen, 2004). En effet, ce sont ces surfaces qui sont les plus sujettes à une contamination par les véhicules de sorte que les zones de bio-rétention devraient se situer tout près afin de limiter la dispersion de l'eau contaminée dans l'environnement.

Aménagées en jardin de petite taille, ces zones sont aussi utilisées pour recueillir les eaux d'une parcelle d'habitation et du toit d'une maison. De cette manière, l'eau de ruissellement est gérée sur place et ne se s'écoule plus vers la rue ou vers les terrains adjacents.

Son principal critère de conception est axé sur son dimensionnement qui varie de 5 à 10 % de la surface imperméable (EPA, 1999b, p. 3). En termes de capacité de gestion, les zones de bio-rétention sont habituellement conçues pour infiltrer 90 % des volumes d'un événement orageux de récurrence de 1 à 2 ans, soit les premiers 25 mm de pluie. Si le bassin est créé de manière à limiter l'accumulation de l'eau durant une longue période, l'entretien en sera d'autant facilité. Dans le cas contraire, une présence d'eau retenue trop longtemps aura pour effet de favoriser l'accumulation d'une tourbe au fond du bassin, générée par l'accumulation de matières organiques issues de plantes en décomposition. Ce phénomène survient lorsque les plantes sont asphyxiées en présence d'eau stagnante (Ferguson, 1998; Lapalme, 2006). Pour limiter l'eau stagnante, propice à la prolifération de moustiques, le bassin doit être conçu de manière à ce que l'eau d'une précipitation moyenne soit infiltrée à l'intérieur des 48 heures qui suivent une pluie (Ferguson, 1998; EPA, 1999b; EPA, 2000; MPCA, 2008; Prince George's County, 2007). La profondeur de la zone d'inondation temporaire du bassin sera donc aménagée en fonction de la porosité du sol et de son temps d'infiltration. Elle peut varier entre 7,5 cm lorsque le sol est peu poreux (ex., sol *loameux*) et entre 15 et 23 cm lorsque le sol a un taux d'infiltration élevé (par exemple, lorsqu'il est fait d'une sous-couche de sable ou de gravier) (SCHL, 2004; EPA, 1999b). Les principales composantes du jardin pluvial sont illustrées à la Figure 3.1 (EPA, 1999b). Ci-dessous, la description de chacune d'elle :

- **Une bande de gravier** ou végétale qui réduit la vitesse du ruissellement et filtre une bonne partie des matières en suspension avant qu'elles n'atteignent l'espace de retenue. Si elle est réalisée adéquatement, cette bande devrait offrir un prétraitement à l'eau de ruissellement en retirant 25 à 30 % des sédiments (M.E.S.).
- **Un espace de rétention** accumulant l'eau durant une courte période favorise l'évaporation et aide à calmer le brassage des contaminants avant l'infiltration. Cet espace devrait accumuler l'eau sur une profondeur moyenne de 15 cm au-dessus du lit de filtration défini par le taux d'infiltration.
- **Les plantes** évacuent l'eau par la transpiration et favorisent le maintien de micro-organismes dans la rhizosphère qui, eux, agissent dans le retrait des polluants. Elles augmentent le potentiel de percolation du sol par les racines.
- **Une couche de paillis** fournit un milieu propice à la croissance des micro-organismes et à la décomposition des matières organiques, retient les sols en place, garde l'humidité au niveau des racines, favorise l'absorption de l'eau et de certains types de polluants selon la sorte de paillis et filtre les matières en suspension.
- **Un sol de plantation** adéquat doit être composé de sable, de compost et du sol naturel en place selon sa qualité d'infiltration. Il peut aussi contenir de l'argile qui offre plus d'efficacité dans l'absorption de polluants tels que les métaux lourds, les hydrocarbures et les nutriments (EPA, 2000). Ce milieu jouit des éléments essentiels, eau et nutriments, à la croissance des plantes. C'est là que se font la plus grande partie de la filtration des polluants et la dégradation biologique.

Il est toutefois important de mentionner que les eaux d'infiltration et les eaux de la nappe phréatique doivent être séparées pour éliminer toute contamination potentielle, à moins que la nappe phréatique soit assez profonde pour permettre la dilution et le traitement suffisant de l'eau dans le sol. Une distance de 1 m est cependant suggérée entre le bas de la cellule de rétention et le haut de la nappe phréatique. Si l'eau de surface est trop contaminée et que les sols sont imperméables, à défaut d'être infiltrée dans le sol, l'eau devrait être seulement filtrée par les plantes et le substrat pour ensuite être récupérée par un drain placé au fond du bassin et acheminée vers le réseau d'égouts. Dans ce cas, le fond doit également être imperméabilisé.

Cela démontre que les performances de filtration ne sont pas les mêmes d'une zone de bio-rétention à une autre, ce qui peut exiger des adaptations particulières (EPA, 1999b). Ce choix dépend des contraintes du terrain et des objectifs de filtration établis au départ (EPA, 1999b).

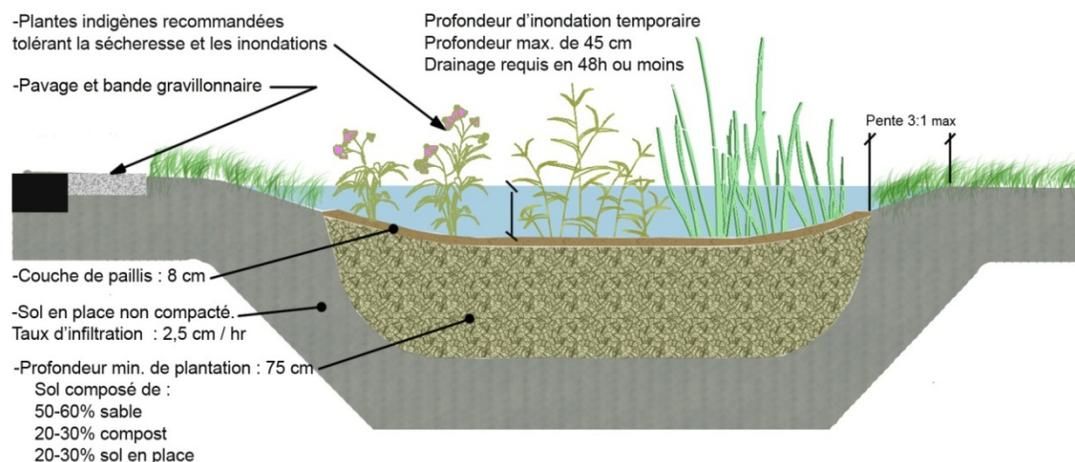


Figure 3.1 : Coupe type d'un jardin pluvial (adaptée de EPA, 1999b; MPCA, 2008; Prince George County, 1999)

Il existe un choix appréciable de plantes pouvant être utilisées à des fins de bio-filtration à l'intérieur des installations vouées à la récupération des eaux pluviales. La végétation sélectionnée dans l'aménagement de ces structures devrait se composer d'arbres, d'arbustes et de vivaces, indigènes de préférence (Dunnett *et al.*, 2007; SCHL, 2004; EPA, 1999b; MPCA, 2008; PGDER, 1999). Les plantes doivent également tolérer autant la sécheresse que l'humidité à cause des différences de niveau d'eau par temps sec et temps de pluie. Le choix de la végétation dépend également de la complexité de l'habitat désiré, du débit de la profondeur requise, de la lumière du site et de l'apport de nutriments et de sédiments estimé (Dunnett *et al.*, 2007; Ferguson, 1998) (Figure 3.2) De plus, elles doivent être compatibles avec le sol, le climat et les conditions locales. En effet, en condition hivernale et situées près des rues, certaines plantes ne tolèrent pas les sels de déglçage et peuvent mourir si elles y sont exposées. Certaines graminées, entre autres, peuvent mieux convenir dans ces conditions (EPA, 1999b).

Concernant la filtration, bien que l'information puisse varier selon les conditions environnantes (construction, climat, propriétaire du jardin, etc.), les études de Davis *et al.* (1997) confirment l'efficacité du jardin pluvial dans le retrait du phosphore de 65 % à 87 %, du cuivre de 43 % à 97 %, du plomb de 70 % à 95 %, du zinc de 64 % à 95 %, de l'azote total (TKN) de 52 % à 67 %, de l'ammoniaque (NH₄⁺) à 92 %, des nitrates (NO₃⁻) de 15 % à 16 %, de l'azote total (TN) à 49 % et du calcium à 27 %²³⁻²⁴. Le design et l'entretien du jardin pluvial influencent également les performances de filtration et, dans ce sens, d'autres recherches pourraient améliorer le degré d'efficacité dans certaines conditions particulières.



Figure 3.2 : Exemple d'une zone de biorétention insérée dans la pelouse dans un quartier résidentiel. On peut percevoir une petite dépression (8 cm) permettant de recueillir et d'accumuler le ruissellement (Prince George's County, 2007, p. 21).

Pour ce qui est de l'entretien, il est recommandé d'inspecter les composantes du bassin afin de veiller à son bon fonctionnement, principalement quant à l'ajout de paillis en surface du bassin une fois par année ainsi qu'à la taille des arbustes et des arbres, une ou deux fois par année (EPA, 1999b; EPA, 2000). De plus, il est suggéré de vérifier la fertilité du sol à l'automne ou au printemps et de le remplacer au besoin, lorsqu'il tend à

23 Pour en savoir plus sur ce sujet, Davis réfère le lecteur à la base de données internationale (International stormwater BMP database) qui regroupe les performances de plusieurs BMP's : <http://www.bmpdatabase.org/>.

24 Ces chiffres sont basés sur deux jardins de pluie qui ont fait l'objet d'un suivi dans le Maryland.

perdre de sa qualité de filtration afin de ne pas compromettre l'efficacité du système des plantes. Ce problème peut survenir dans un intervalle de 5 à 10 ans après la construction (EPA, 2000). L'entretien le plus intense est majoritairement lié à l'établissement des plantes au début, mais décroît ensuite d'année en année (EPA, 1999b).

3.1.3 BAISSIÈRES HERBACÉES

La baissière herbacée ou végétalisée (aussi appelée noue, *grass swale*) est formée d'une faible dépression dans le sol (pente maximale 3 : 1, même que la zone de bio-rétention) et a l'apparence d'un canal ouvert, recouvert de végétation (EPA, 2000; Rivard, 2005; Prince George's County, 2007). Cette structure remplace en quelque sorte les conduites, la bordure et les puisards du système conventionnel des eaux pluviales en récupérant et en acheminant le ruissellement de la rue (Ferguson, 1998; Rivard, 2005). Cependant, à l'opposé des tuyaux enfouis, l'objectif n'est plus d'évacuer l'eau le plus rapidement possible, mais bien de faire en sorte qu'elle s'écoule lentement, de façon à favoriser son infiltration dans le sol et son traitement (Ferguson, 1998; MPCA, 2008; France, 2002). L'eau se déplace alors à l'intérieur de la baissière tout en réduisant sa vitesse par la présence de végétaux qui agissent ici comme un filtre (Figure 3.3).

Sa forme étendue dans le sens de la longueur est destinée principalement à recevoir les eaux qui s'écoulent des surfaces telles que les rues et les stationnements ou le long de trottoirs (Ferguson, 1998; Liptan *et al.*, 2002). La baissière peut prendre différentes formes selon les contraintes environnantes et différents profils selon les performances de débits escomptées. Elle contient normalement les eaux d'un débit de pointe (24 h) d'un événement pluvial (Ferguson, 1998; Rivard, 2005). Une baissière munie de déversoirs peut augmenter grandement son potentiel de rétention, car elle alloue plus de temps pour l'infiltration et la filtration de l'eau de pluie. Avec l'ajout de ce dispositif, il est possible de fournir une rétention d'eau de ruissellement de précipitations de 10 ans de récurrence (Liptan *et al.*, 2002).

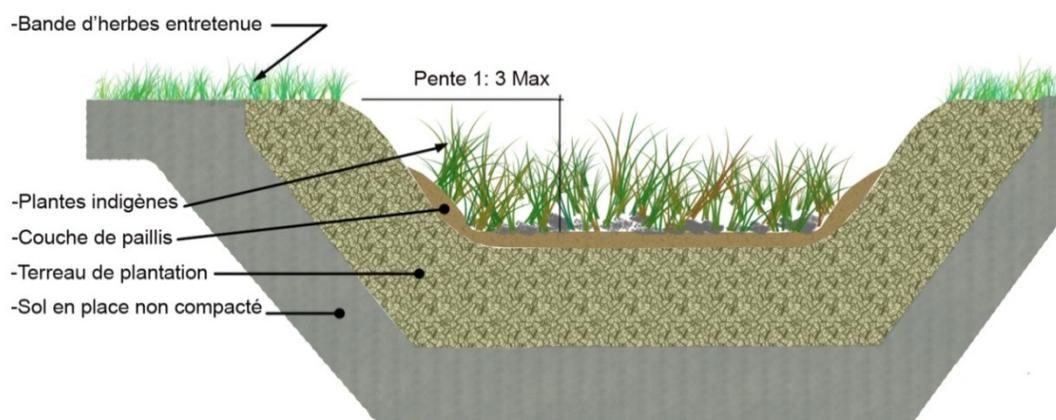


Figure 3.3 : Coupe type de la baissière (Source adaptée de MPCA, 2008; Lipton *et al.*, 2002)

La vitesse de l'eau à l'intérieur de ce support sera déterminée par les pentes, son fond et chaque côté de la baissière, mais aussi par le degré de rugosité que l'on retrouve sur ses trois parois. Ce critère revêt une importance majeure parce qu'il est responsable de l'augmentation souhaitée du potentiel de ralentissement de l'eau, ce qui favorise sa filtration et son infiltration dans le sol. Pour cela, on privilégie une baissière végétalisée d'herbes hautes et d'arbustes, afin de retenir et de filtrer les matières en suspension (M.E.S) provenant de la rue (Prince George's County, 2007). Il est à noter que les baissières recouvertes uniquement d'une pelouse et tondues plus fréquemment n'auront pas la même retenue et filtreront moins les nutriments tels le phosphore (Liptan *et al.*, 2002).

La forme de la baissière peut varier, notamment en lui donnant l'aspect d'un ruisseau plus sinueux (Figure 3.4). Également, en intégrant de grosses pierres au fond, on augmente le degré d'obstacles à l'écoulement en plus de stabiliser les pentes (Liptan *et al.*, 2002).



Figure 3.4 : Exemple de baissière le long d'une route employant la végétation comme filtre (Prince George's County, 2007, p. 19).

La baissière est située près des surfaces imperméables, là où une importante accumulation de polluants se concentre dans le ruissellement lors des premiers 20 mm de pluie de chaque événement pluvial (*First flush*). Elle joue d'ailleurs un rôle capital dans le traitement de l'eau de chacun de ces événements (Ferguson, 1998; EPA, 2000; Schueler, 1987 dans Rivard, 2005). En effet, Liptan *et al.* (2002) ont fait le suivi de deux baissières : une en gazon très entretenue (trois tontes par année) et l'autre en herbes hautes moins entretenues (une tonte par année). La première a une baisse de 63 % de M.E.S. et la deuxième, de 83 % du volume total du ruissellement selon la nature des baissières. Cela signifie donc que la baissière la moins entretenue est la plus intéressante du point de vue du retrait des M.E.S. Également, après avoir compilé plusieurs études, l'EPA publie des résultats de retrait moyens de 30 à 65 % pour les M.E.S., de 15 % à 45 % pour l'azote, de 15 % à 45 % pour le phosphore, de 30 % à 65 % pour les métaux lourds et moins de 30 % de pathogènes (EPA, 1999a). Cependant, il est délicat de divulguer des chiffres de cet ordre, car une grande variabilité existe dans la manière de recueillir et de compiler les données. Les chercheurs n'emploient pas les mêmes méthodes et comptabilisent les résultats lors de différents événements pluvieux, ce qui

vient compliquer la comparaison entre les résultats (EPA, 1999a). Toutefois, il existe l'*International Stormwater BMP Data base* que l'on peut consulter. Il compile toutes les publications et rend les résultats dans un format qui facilite la comparaison.

En résumé, la baissière herbacée offre des avantages liés au ralentissement, à l'infiltration et à la filtration des eaux de ruissellement que le système actuel ne peut offrir. Elle participe au paysagement des abords des routes et la végétation qu'elle contient semble invitante pour la petite faune telle que les grenouilles, rats, oiseaux ainsi qu'une multitude d'insectes (Ferguson, 1998; Dunnett *et al.*, 2007).

3.1.4 PAVAGES FILTRANTS

D'autres matériaux que ceux traditionnellement utilisés dans les aménagements extérieurs infiltrent l'eau de ruissellement plus facilement et peuvent être une solution acceptable lorsque des surfaces pavées sont requises. Sans pour autant augmenter le potentiel végétal d'un site, ces matériaux vont quand même exercer un contrôle sur le ruissellement. Un pavage qui laisse pénétrer l'eau par ses interstices admettra une certaine infiltration dans le sol tout en alimentant la nappe phréatique. Ces pavages limitent la compaction du sol, ce qui favorise la croissance des plantes qui sont situées au pourtour (Dunnett *et al.*, 2007). Par exemple, des dalles alvéolées de plastique rigide ou de béton végétalisées laissent pénétrer l'eau et peuvent être employées dans les stationnements (Brattebo *et al.*, 2003; BASMAA, 2003; Ferguson, 1998; Marsh, 2005). Un sentier en pierres naturelles avec joints de plantes servant de passage vers la remise arrière fait aussi partie des *bonnes pratiques* à observer (Best management practices (BMP's)).

Les joints de sable entre des pavages offrent aussi certaines performances de filtration des polluants (University of Connecticut, 2004). En effet, ceux-ci peuvent filtrer de 65 % à 100 % de M.E.S., de 65 % à 100 % d'azote, de 30 % à 65 % de phosphore, de 65 % à 100 % de pathogènes et de 65 % à 100 % de métaux (cuivre, plomb, zinc) (Claussen, 2007; EPA, 1999a). Le pavage Eco-Stone, entre autres, a spécialement été conçu pour laisser pénétrer l'eau, alimenter la recharge souterraine et filtrer certains types de polluants. Il a l'allure d'un pavage conventionnel et emploie un

sable stabilisateur spécial dans ses interstices. Son haut degré d'infiltration a été démontré lors d'une étude réalisée par l'Université du Connecticut et l'Agence de protection environnementale américaine (EPA) pour le Jordan Cove Urban Watershed Project (Claussen 2004; Claussen *et al.*, 2004 ; Claussen, 2007). On l'utilise surtout pour les rues et les stationnements, en plus des autres techniques comme la baissière et le jardin de pluie pour une efficacité optimale de gestion des eaux pluviales. Les tests révèlent que ce pavage se classe parmi les surfaces dont l'infiltration d'eau est jugée *rapide* (Tableau 3.1).

Comparaison des taux d'infiltration (cm/h) dans le sol		
Matériel	Coefficient d'infiltration	Degré d'infiltration
Sable non compacté	38,1	Très rapide
Argile sèche non compactée	22,4	Rapide
Eco-stone	20,7	Rapide
Sable compacté	7,62	Modérément rapide
Forêt de chênes	7,6	Modérément rapide
Sol d'une forêt non altérée	6	Modéré
Pierres concassées	6	Modéré
Champs	2,4	Modéré
Tous les autres sols argileux	1,8	Modérément lent

Tableau 3.1 : Comparaison des taux d'infiltration (cm/h) de différentes surfaces (adapté de Claussen, 2004 dans EPA, 1999a)

Pour les surfaces d'achalandage moyen, il existe du béton bitumineux ou du béton poreux²⁵, mais ces matériaux produisent un ruissellement important (BASMAA,

²⁵ Le béton bitumineux poreux se compose d'un asphalte nivelé en surface, appliqué sur une base d'agrégats, sur un sol drainant. Il est formé de très petites particules, comme de la poussière ou du sable, et comprend essentiellement des agrégats de pierres ainsi qu'un liant et laisse pénétrer de 12 à 20 % d'eau.

Le béton poreux est un mélange d'agrégats, de ciment hydraulique, d'autres adjuvants et d'eau. Les interstices laissent pénétrer l'eau de l'ordre de 15 à 25 %. Pour plus d'informations : Design guidelines for permeable pavements, Redwood City dans San mateo countywide, water pollution prevention program. Chapter 4, section 4.7. Pervious paving, p. 40-43.

2003)²⁶. Le béton bitumineux poreux peut aisément s'employer pour des stationnements commerciaux, allées d'accotement, mais semble par contre trop rugueux pour la bicyclette. Le béton poreux est plus largement employé pour les stationnements, les routes de moins de 30 Mpa²⁷ (mégapascal), pistes cyclables ainsi que les stationnements, trottoirs et patios résidentiels.

Par contre, l'emploi de ces matériaux semble présenter quelques inconvénients quant à leurs performances hivernales : soulèvement de la chaussée, déplacement et bris des structures ainsi que le risque de contamination de la nappe phréatique²⁸. Concernant les précautions à prendre pour diminuer la contamination de la nappe phréatique, on recommande de n'utiliser des matériaux poreux ou drainant que lorsqu'aucun sel de déglacage n'est épandu en hiver ou que l'eau infiltrée en provenance de stationnements ou de chaussées n'est pas trop polluée (Toronto and Region Conservation Authority, Credit Valley Conservation Authority, 2010).

Notons également que, dû à la question des coûts des travaux de pose de ces matériaux en comparaison à ceux de type standard ainsi que l'aspect expérimental lié à leur emploi, ils sont actuellement peu présents dans les quartiers, ils sont cependant davantage employés dans le secteur commercial.

3.2 STRUCTURE DE RETENTION

Malgré toutes les techniques employées près des surfaces pavées pour infiltrer le ruissellement lors d'événements pluvieux, principalement en milieu densément bâti, les précipitations sont parfois trop abondantes et requièrent une structure à plus forte capacité volumétrique pour contenir temporairement l'eau de ruissellement.

²⁶ Bay Area Stormwater Management Agencies Association. 2003. Using site design techniques to meet development standards for stormwater quality. [En ligne] 2003. http://scvurppp-2k.com/pdfs/0203/c3_related_info/startatthesource/using_sas.pdf.

²⁷ «Le mégapascal (Mpa) est utilisé pour la mesure de haute pression, supérieure à 10 000 kPa.» (*Grand dictionnaire terminologique*).

²⁸ Voir les «Common concerns» énoncés pour chaque PGO dans Toronto and Region Conservation Authority, Credit Valley Conservation Authority (2010). *Low Impact Development Stormwater Management Planning and Design Guide*. Version 1, Toronto, Ontario, Canada.

3.2.1 BASSIN DE RETENTION

On prévoit pour les événements pluvieux de 20 à 50 ou même 100 ans, un bassin de rétention (*Retention pond, Storwater bassin, detention bassin, wet pond*) dont le principal objectif est de contenir les eaux et d’agir comme une mesure de protection des milieux naturels en ralentissant les débits (Ferguson, 1998). Ainsi, en contenant ces eaux et en les entreposant non loin du site, on évite une fois de plus qu’elles ne se déchargent à gros volume dans les cours d’eau environnants. Par contre, cette structure n’augmente pas substantiellement le potentiel végétal d’un site et n’est pas un dispositif d’infiltration. Cela fait partie plutôt de la panoplie d’éléments greffés potentiellement à un système d’évacuation conventionnel. Elle peut cependant favoriser l’évaporation de l’eau.

De nos jours, la conception de bassins de rétention aux abords végétalisés facilite une meilleure intégration au paysage et au quartier (Figure 3.5). Lorsqu’ils sont pleins, ils ont généralement l’apparence d’un étang ou d’une dépression marécageuse (Ferguson, 1998; Ministère de l’environnement de l’Ontario, 2003).



Figure 3.5 : Bassin de rétention végétalisé au centre d’habitations (www.prairiecrossing.com)

La Figure 3.5 illustre un bassin de rétention végétalisé en eau à aire ouverte situé dans le quartier de Prairie Crossing²⁹ à Chicago, aux États- Unis. Il permet d’entreposer l’eau lors de forts orages d’un développement de 359 maisons unifamiliales et de 36 condos. Ce bassin de rétention est situé non loin des habitations où une promenade est également aménagée pour les résidents. De plus, 60 % du terrain à développer (677 acres) a été protégé pour en préserver les espaces verts. Aucun système traditionnel de tuyaux et d’égouts n’est utilisé. Des tranchées filtrantes sont disposées le long des rues afin d’absorber un maximum d’eau.

Ces bassins sont aussi conçus pour traiter l’eau de ruissellement. En effet, lorsqu’un bassin de rétention se remplit, l’excédent d’eau peut se déverser dans un autre bassin et ainsi de suite. Ce procédé permet alors de séparer les sédiments par décantation d’un bassin à l’autre et de filtrer l’eau par les plantes qui bordent le bassin durant son séjour. L’eau est ensuite acheminée et déversée dans le milieu naturel.

²⁹ Prairie Crossing est maintenant considéré comme un exemple national aux États-Unis de développement écologique et a gagné de nombreux prix (www.prairiecrossing.com)

CHAPITRE 4

ÉTUDE DE CAS D'UN QUARTIER RESIDENTIEL

Dans ce chapitre, trois versions différentes d'un même projet de développement domiciliaire ainsi que la situation avant le développement seront exposées, chacune ayant son propre indice de ruissellement qui correspond à son type d'aménagement. À partir de tableaux, nous résumons les résultats des scénarios, ce qui nous permet par la suite d'en faire la comparaison et les constats qui s'imposent.

Chaque situation d'aménagement est présentée et identifiée dans l'ordre suivant :

- État du terrain avant la réalisation du projet de développement résidentiel du promoteur;
- Quartier résidentiel actuel;
- Scénario 1 : proposition révisée du quartier actuel;
- Scénario 2 : proposition qui optimise la densité du quartier.

4.1 OCCUPATION DU SITE AVANT LE DEVELOPPEMENT DU QUARTIER RESIDENTIEL

Avant que le promoteur entreprenne le développement du quartier, la situation du terrain était caractérisée par un certain nombre d'éléments s'apparentant à un environnement de type agricole (Figure 4.1). En effet, d'après les photos aériennes consultées, le site possédait toutes les caractéristiques d'une ancienne terre agricole abandonnée et en friche. D'ailleurs, les terrains adjacents de l'autre côté de l'autoroute montrent un exemple de lotissement qui a pu être autrefois occupé par des fermes (Annexe 6, photos 2 et 3). Nous remarquons aussi les nombreux chemins de terre sillonnant la propriété et une route asphaltée utilisée pour se rendre au bâtiment de la congrégation Notre-Dame, aujourd'hui démoli. Le terrain était principalement recouvert de végétation herbacée et arbustive côtoyant quelques îlots boisés (Figure 4.1). Ces superficies boisées oscillaient entre 385 m², pour la plus petite, 48 454 m² pour la plus grande et étaient réparties le long du Ruisseau Marineau, principal cours d'eau affluent sur le site.

Mis à part le Ruisseau Marineau, d'autres petits cours d'eau sont présents sur les plans ainsi que sur les photos aériennes de l'an 2000 soumis par la ville (Annexe 6, photo 2).



Figure 4.1 : Photo aérienne prise avant la construction du développement domiciliaire en 2004. On note les différents îlots boisés ainsi que des chemins de terre (adapté de Google Earth, 2002) Note : L'année inscrite sur la photo indique l'année de la consultation et non l'année représentant la situation du terrain.

Le tableau 4.1 ci-dessous présente les coefficients de ruissellement attribués à chacune des surfaces aux sols relevés et tracées à partir de photos aériennes (Annexe 6). Le C_p correspond au résultat du terrain avant la construction du projet.

Terrain avant le développement						
Type de surfaces	C	A (m ²)	%	AiCi	AiCi total	Cp
Rues et routes asphaltées	0,95	3 406	1,06	3 236		
Chemins de terre battue	0,70	11 927	3,72	8 349		
Toitures	0,85	1 983	0,62	1 686		
Ruisseau Marineau et autres ruisseaux	0,99	2 541	0,79	2 516		
Boisés	0,15	30 226	9,43	4 534		
Friche	0,18	270 482	84,38	48 687		
Total des superficies multipliées par les C					69 006	
Superficie totale du site		320 565	100			
Coefficient de ruissellement pondéré						0,22

Tableau 4.1 : Tableau synthèse des superficies et coefficients de ruissellement pondérés du terrain avant le développement

On observe que le coefficient pondéré obtenu est grandement influencé par l'importance des superficies en friche de même que celles boisées qui occupent plus de 93 % de la surface totale du terrain. Dû aux activités qui y régnaient, le site présentait très peu de surfaces imperméables. En effet, les toitures et les chemins asphaltés occupent environ 2 % de la surface totale.

Selon Schueler (1994), 10 % des surfaces imperméables d'un bassin hydrographique ont un impact sur la qualité de l'eau et sur la faune aquatique³⁰. Donc, avant le développement, le terrain à lui seul ne présente pas une menace pour les milieux naturels environnants du point de vue du ruissellement.

Toutes les superficies additionnées au terme de cet exercice produisent un ruissellement de 22 % des précipitations. Ce chiffre identifie donc la situation de pré-développement, situation « témoin », qui reflète le résultat vers lequel toute forme de développement futur devrait tendre.

Par contre, lorsque l'on désigne un objectif de pré-développement à atteindre, on se réfère à des volumes et à des débits de ruissellement à l'exutoire. Il est important de comprendre que les coefficients de ruissellement pondérés des situations d'aménagement présentées dans les prochaines sections, **ne peuvent égaler celui du pré-développement** et l'atteinte du stade de pré-développement ne constitue pas un des

³⁰ Le même terrain avec 10 % de surfaces imperméables au lieu de 2 % atteindrait un C de 0,28 comparativement à 0,22.

objectifs à atteindre dans le cadre de la présente étude. En effet, puisque des surfaces imperméables sont appelées à être intégrées au quartier d'habitations, seul le calcul des **volumes** ou les **débîts** de ruissellement à l'intérieur d'une gestion améliorée des eaux pluviales pourrait confirmer ou infirmer qu'un scénario atteint le niveau de ruissellement du terrain avant le développement à l'exutoire (EPA, 2000; PGDER, 1999).

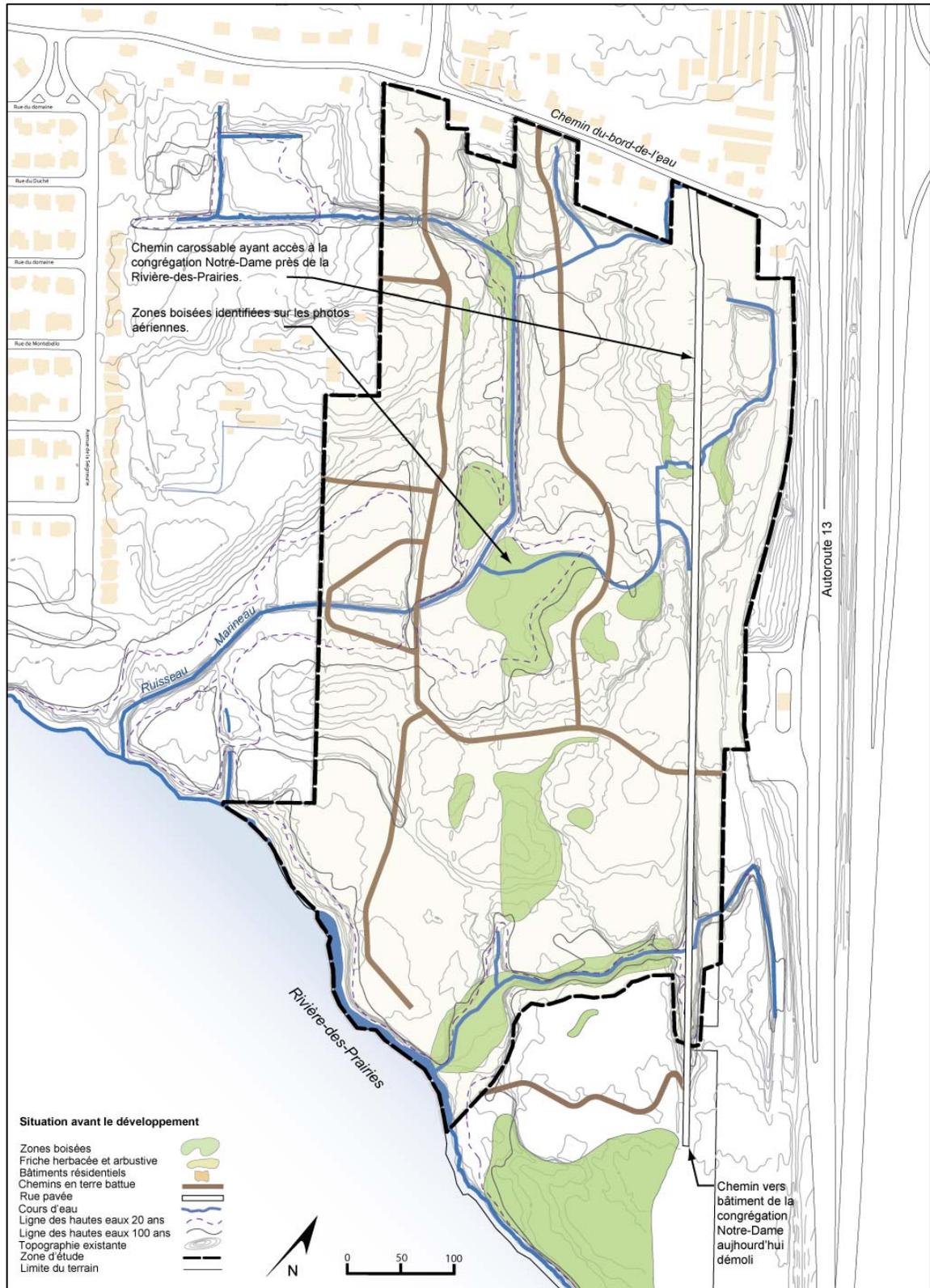


Figure 4.2 : Schéma de la situation du terrain avant développement
 Source : Adapté de Jodoin (2003); Ville de Laval, (2000) et Gogle Earth (2002)

4.2 DESCRIPTION ET DIAGNOSTIC DU QUARTIER RESIDENTIEL ACTUEL

La construction du quartier visé sur le bord de la Rivière-des-Prairies a débuté en 2004 et n'est pas encore terminée en 2012 : la première phase est complétée en 2006 et la deuxième phase ne l'est toujours pas.

Sur le site internet, ce nouveau quartier est décrit comme étant un développement haut de gamme à proximité des milieux riverains, ce qui en fait un lieu de prestige. En effet, l'aménagement des sentiers d'accès à la Rivière-des-Prairies est incontestablement son plus bel attrait.

Rien n'a été laissé au hasard : une architecture de type «manoir» avec revêtements de briques et de pierres naturelles, deux parcs et une aire de jeux situés au cœur du développement. Pour compléter, une marina pouvant accueillir jusqu'à vingt-cinq bateaux a été aménagée et à laquelle les résidents ont accès.

Une étude faite préalablement auprès de 300 personnes concernant leurs goûts a d'ailleurs été réalisée afin de s'assurer de répondre à leurs besoins et de minimiser les risques associés à la mise en marché des habitations.

4.2.1 TYPES D'HABITATION

Le quartier comprend sept types d'habitation (tableau 4.2):

- **Les maisons « distinction »** : Maisons unifamiliales détachées dont les superficies totales de plancher varient entre 350 m² et 600 m². Certaines peuvent aller jusqu'à 800 m². Elles sont en général très cossues et bénéficient, dans certains cas, d'un accès privé à la Rivière-des-Prairies.
- **Les maisons « confort »** : Maisons unifamiliales détachées dont les superficies totales de plancher varient entre 250 m² et 350 m². Elles sont plus réduites en taille que les maisons «distinction».
- **Les maisons « concept »** : Maisons unifamiliales détachées, sur trois étages, dont les superficies totales de plancher sont d'environ 222 m² excluant le sous-sol et le garage. Ces maisons sont construites en hauteur et l'espace y est maximisé. Elles peuvent accueillir une famille composée de cinq à six personnes.
- **Les maisons en rangées** : Maisons unifamiliales dont les superficies totales de plancher varient entre 63 m² et 72 m².
- **Les duplex (ou maisons jumelées)** : Logements dont les superficies totales de plancher sont d'environ 140 m².

- **Les triplex** : Composés d'un studio de 65 m² et de deux logements de 95 m².
- **Les cinqplex** : Intérieur non détaillé.

Développement actuel			
Type d'habitation	log. / bâtiment	nb. bâtiment	nb. log. total
Maison Distinction	1	148	148
Maison Confort	1	45	45
Maison Concept	1	22	22
Maison en rangées	1	35	35
Duplex	2	68	136
Triplex	3	7	21
Cinqplex	5	14	70
Total			477

Tableau 4.2 : Nombre de logements et bâtiments du développement actuel

Au moment où cette étude a été effectuée et avec les données qui étaient disponibles, nous comptons 477 unités de logement. Au total, mille unités sont prévues lorsque la troisième phase du projet sera complétée. Pour cette dernière phase, le promoteur projette d'implanter des tours d'habitations (60 ménages par hectare) à être situées à la pointe sud-est du site. Comme présenté précédemment, n'ayant pas suffisamment de données pour ce secteur, cette dernière phase est exclue de notre étude.

À la Figure 4.3, sur la première photo, dans le coin supérieur gauche, nous pouvons voir que la phase 2 n'est pas encore complétée. Le nombre d'habitations (triplex et duplex) a été comptabilisé en regard des plans fournis par le service d'ingénierie de la Ville de Laval et des informations disponibles sur internet.



Figure 4.3 : Différents modèles d'habitation et aménagements du quartier actuel

4.2.2 DRAINAGE

Les principales composantes de la gestion des eaux pluviales sur les lots privés sont le drainage du terrain, les gouttières de toit et le drain de fondation. Selon les normes municipales recommandées, toutes les habitations doivent avoir un drainage adéquat sur leur parcelle. Une pente de 2 % partant du bâtiment vers l'extérieur du bâtiment, sur 2 à 4 m autour de la maison, est généralement la règle pour se protéger contre les infiltrations d'eau (MDDEP, 2011) (Figure 4.4). Ce critère de conception a effectivement été observé lors des visites de terrain.

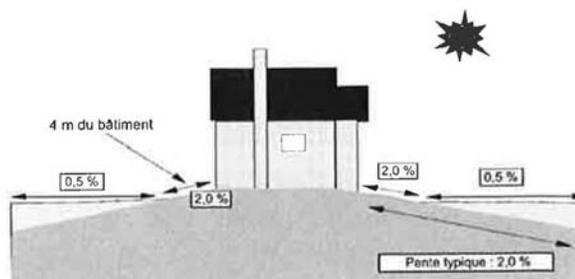
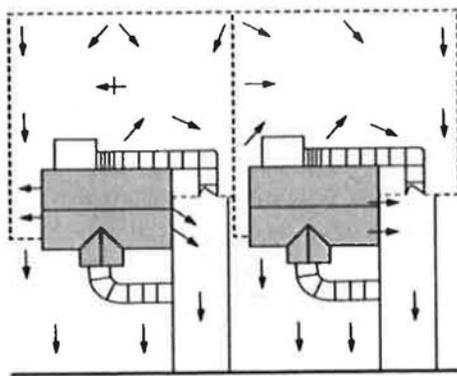


Figure 4.4 : Drainage et pentes recommandées autour d'un bâtiment résidentiel (MOE, 2003 dans MDDEP, 2011, Chapitre 5 p.6)

Les eaux des gouttières sont dirigées soit vers le stationnement (Figure 4.5), soit dans le gazon à l'arrière ou sur le côté de la résidence. Indépendamment de l'endroit vers où les eaux pluviales des gouttières sont dirigées, les pentes de 2 % au pourtour de la maison les évacuent vers l'extérieur de la résidence. Les eaux qui traversent le gazon ont plus de chances d'être infiltrées que celles dirigées dans les stationnements. La photo

ci-dessous montre en exemple une gouttière qui se déverse dans le stationnement et dont les écoulements se dirigent vers la rue puis vers le puisard. On peut également noter que le terrain en façade est incliné vers la rue dans une pente un peu plus forte que 2 %. En avant-plan, des aménagements paysagers peuvent faciliter l'infiltration ou, du moins, freiner l'eau ruisselant sur la parcelle avant qu'elle n'atteigne la rue. Aucune zone d'infiltration n'a été observée.



Figure 4.5 : Exemple d'une gouttière qui se déverse dans le stationnement (auteur, 2010).

Le réseau mineur (entre 2 et 10 ans de récurrence) est conçu de manière à ce que toute l'eau récupérée par les puisards de rue soit dirigée par gravité vers le ruisseau Marineau qui, lui, se jette dans la Rivière-des-Prairies.

Quant au réseau majeur d'égouts pluviaux, il est prévu pour des événements pluviaux de 20-50 et 100 ans et est soutenu par les rues qui acheminent les eaux au bassin de rétention attendant à la rivière (Figure 4.5). Les rues sont d'une largeur de 9 m et les bordures de rues d'une hauteur de 150 mm. L'eau peut donc rester contenue à l'intérieur des bordures de rue qui, à l'occasion d'une forte pluie, font office de canaux. Une fois acheminées au bassin de rétention, les eaux sont ensuite entreposées momentanément avant d'être libérées dans le ruisseau Marineau par un débit plus lent.

Aucun fossé ou canal ouvert le long des rues ou ailleurs n'a été observé dans ce développement.

4.2.3 AMENAGEMENTS PUBLICS

Les aménagements publics du développement, principalement les deux parcs, sont localisés à l'intérieur de la ligne des hautes eaux de 20 ans, là où aucune construction n'est permise en conformité avec la *Politique de protection des rives, du littoral et des plaines inondables* (MDDEP). Tous ces terrains ont été cédés à la Ville de Laval par le promoteur. Ces espaces verts comptent parmi les exigences qui prescrivent une cession de terrains jusqu'à concurrence de 10 % de toute la surface totale d'un développement, moins les emprises de rue, en compensation en vertu de la Loi sur l'aménagement et l'urbanisme (LAU, art. 117.1 à 117.16). Dans ce cas-ci, on constate que le promoteur a cédé environ 15 % de la superficie des terrains de son projet en compensation. Ces superficies comprennent le 10 % pour fins de parc et des aménagements en zones humides. Il est convenu que la Ville de Laval prenne sous sa responsabilité l'entretien de ces espaces (Figure 4.6).

Les travaux d'aménagement des deux parcs ont trait principalement au profilage et au renforcement des pentes du ruisseau Marineau en vue d'accueillir les eaux de ruissellement du développement. Les pentes sont abruptes de manière à laisser le plus d'espace possible pour les lots. Aucune zone de protection boisée du ruisseau n'a été aménagée. On observe plutôt des surfacesensemencée de graminées et entretenues. Les aménagements du ruisseau totalisent des investissements de trois millions de dollars répartis en travaux d'ingénierie et d'aménagement paysager (Annexe 8).

Outre les arbres figurant dans les ronds-points des rues, le promoteur a fourni et planté un arbre sur chaque propriété. On peut également observer que certains propriétaires en ont ajouté d'autres ; une remise de 50 \$ par arbre (maximum de 10 arbres) est offerte par la Ville de Laval aux résidents qui désirent augmenter le nombre d'arbres sur leur propriété.



Figure 4.6 : Aménagements paysagers du parc central à l'intérieur de la ligne de 20 ans. On peut y voir le ruisseau Marineau et un bassin de rétention attenants ainsi que quelques arbres matures conservés (www.villassurrive.com)

4.2.4 RESULTAT DU CALCUL DE COEFFICIENT DE RUISSELLEMENT

Quel est l'impact de chaque type de surface et sa superficie sur le coefficient de ruissellement pondéré ? Voici les résultats obtenus de notre cueillette de données.

Quartier résidentiel actuel							
Type de surfaces	C	A (m ²)	A total (m ²)	%	AiCi	AiCi total	Cp
Emprises et rues							
Rues asphaltées	0,95	32 837		10,2	31 195		
Entrées pavées connectées	0,90	6 352		2,0	5 717		
Piste cyclable	0,95	2 104		0,7	1 999		
Gazon pente moyenne (2 % à 7 %)	0,22	18 500		5,8	4 107		
Sous-total			59 793	18,7		43 018	0,72
Zone d'habitations							
Toitures des maisons et cabanons	0,85	50 808		15,8	43 187		
Piscines	0,99	1 132		0,4	1 121		
Aménagements paysagés non connectés	0,80	8 395		2,6	6 716		
Aménagements paysagés connectés	0,90	30 058		9,4	27 052		
Gazon pente moyenne (de 2 % à 7 %)	0,22	106 546		33,2	23 440		
Sous-total			196 939	61,4		101 516	0,52
Parcs et espaces collectifs							
Aire de jeux	0,30	607		0,2	182		
Pente de 100% en gravier	0,22	5 611		1,8	1 234		
Ruisseau Marineau et autres ruisseaux	0,99	3 954		1,2	3 914		
Sentiers de gravier	0,25	3 300		1,0	825		
Aire herbacée	0,20	17 052		5,3	3 410		
Gazon pente moyenne (2 % à 7 %)	0,22	33 309		10,4	7 328		
Sous-total			63 833	19,9		16 894	0,26
Total des superficies multipliées par les C						161 428	
Superficie totale du site			320 565	100			
Coefficient de ruissellement pondéré							0,50

Tableau 4.3 : Tableau synthèse des superficies et des types de surfaces présentes dans le quartier actuel

D'un point de vue urbanistique, nous notons que les rues (19 %), les parcs et espaces résiduels (20 %) représentent un total de presque 40 % des espaces publics contre 60 % des espaces privés. Il y a plus d'espaces publics dans ce quartier que dans un autre quartier de ce type, compte tenu de l'étendue de la zone inondable qui ne pouvait accueillir de bâtiment.

Afin de simplifier l'analyse éventuelle de nos données et de pouvoir les comparer entre elles, les superficies de l'ensemble domiciliaire ont été groupées en deux catégories principales : les surfaces imperméables et les surfaces perméables³¹. Les surfaces imperméables de ce quartier, telles que recensées, totalisent 42 % de la surface totale du site avec un coefficient de ruissellement pondéré de 0,89 (Voir une comparaison entre les différents types de surfaces au graphiques 4.1 de la section 4.5). Cette proportion de surfaces imperméables est beaucoup plus élevée que le seuil acceptable de 10 % introduit par Schueler (1994). Nous pourrions donc nous attendre à ce que les aménagements de ce site engendrent des répercussions négatives sur les milieux naturels environnants. Cependant, les études de Schueler, qui introduisent le seuil d'imperméabilité maximale de 10 %, font référence à une portion d'un bassin hydrographique et non d'un site isolé de moindre dimension. En réalité, il faudrait considérer tous les aménagements d'un bassin versant pour pouvoir dresser le portrait réel de la situation et ainsi situer les impacts anticipés de ce quartier dans un contexte plus large. En contrepartie, les surfaces perméables totalisent 58 % et ne produisent que 22 % de ruissellement des précipitations totales.

En combinant tous les types de surfaces (imperméables et perméables), le quartier dans sa forme actuelle présente un coefficient pondéré de 0,50. C'est plus que le double de la situation pré-développement qui était de 0,22. À l'aide de ces chiffres, nous comprenons mieux les effets de l'urbanisation sur le territoire.

³¹ **Surfaces imperméables** (C= 0,50 et plus) : rues et routes asphaltées, entrées pavées de béton, toitures de maisons et cabanons, aménagements non connectés et aménagement connectés.

Surfaces perméables (C= moins de 0,50) : gazon, aires de jeux, pentes de gravier, chemins de gravier, aires herbacées, boisés et terrains en friche.

Le portrait actuel présenté au tableau 4.3 expose la situation d'un développement qui pourrait être amené à évoluer. En effet, nous supposons que des travaux de terrassement sur les parcelles, incluant des trottoirs privés, des patios en dalles de béton, etc., seront complétés dans le futur et influenceront le C_p . Ce dernier pourrait être plus élevé en raison des surfaces imperméables qui seront ajoutées dans quelques années. Inversement, d'autres aménagements aux surfaces perméables, comme les plates-bandes de vivaces, l'ajout d'arbres et d'arbustes, contribueront à limiter l'augmentation du C_p . Voir la Figure 4.7 pour une vue d'ensemble.

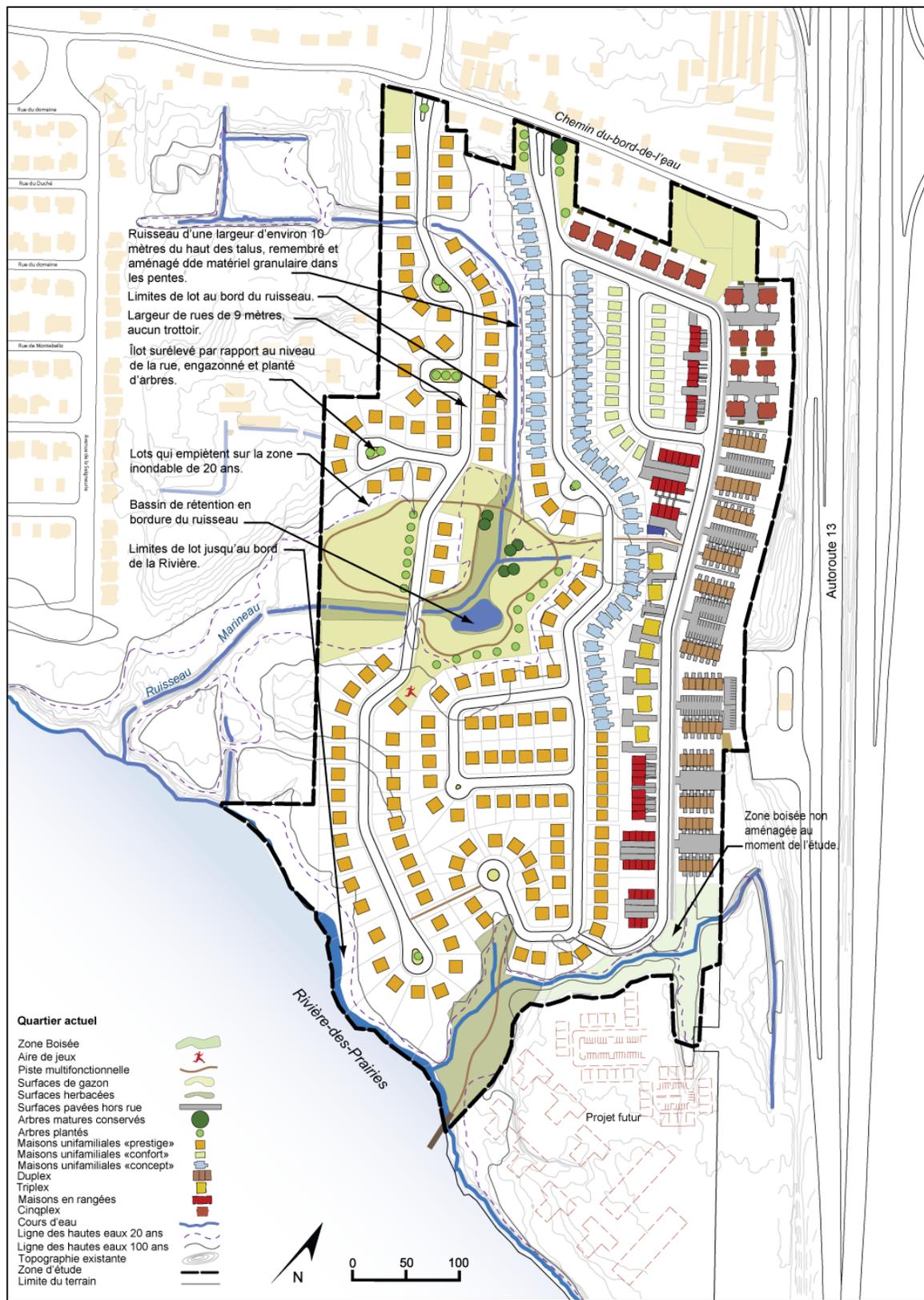


Figure 4.7 : Schéma du quartier actuel proposé par le promoteur
 Source : Adapté de Jodoin (2003); Ville de Laval (2007); Google Earth (2008)

4.3 SCENARIO 1 : PROPOSITION REVISEE DU QUARTIER ACTUEL

L'objectif principal de ce scénario est d'abaisser le taux de ruissellement dans le projet de construction du promoteur en proposant des aménagements qui peuvent palier les lacunes observées. Dans son projet de développement, le promoteur établit sa proposition selon les normes de construction et règlements urbanistiques en vigueur, qui se reflètent dans le quartier actuel par une importante superficie totale de surfaces imperméables. À l'aide de ce premier scénario, il sera démontré que le résultat d'une planification améliorée, notamment plus respectueuse des éléments naturels du site, transparait positivement dans le coefficient de ruissellement pondéré.

Pour atteindre notre objectif, la stratégie de planification d'ensemble principale adoptée est celle de l'*Open Space Design* combinée avec l'intégration de pratiques de gestions optimales végétalisées. Il est bon de rappeler que le l'*Open Space Design* privilégie la conservation des boisés existants, les attraits naturels d'un site et les zones sensibles, tout en accommodant le même nombre de logements que le développement traditionnel a prévu. Les lignes des hautes eaux 20 ans sont également respectées, telles que la loi le prescrit, mais l'espace intérieur est boisé et non engazonné. Les techniques vertes de gestion des eaux pluviales, telles que les baissières et les jardins de pluie, figurent aux plans de ce scénario.

En ce qui concerne le choix du type d'habitation pour ce scénario, nous avons opté pour conserver la majorité des paramètres architecturaux puisqu'ils sont jugés variés et qu'ils offrent différentes densités d'occupation, de plus faible à plus élevée, et répondent aux besoins exprimés par la clientèle. Le choix de conserver les mêmes types d'habitations permet de démontrer qu'il est possible de les utiliser, mais sur des lots réduits et dans une autre proportion de telle sorte que l'espace attribué à la protection des zones sensibles est respecté (Tableau 4.4). Une fois la dimension des lots réduite, le scénario 1 propose un ensemble d'habitations relativement dense, soit 32 logements par

hectare³² comparativement à 25 logements par hectare dans la proposition du quartier actuel sans en retrancher les maisons unifamiliales.

Ainsi, les prémisses de départ de cette proposition, qui poursuivent la maximisation du couvert végétal, sont les suivantes :

- Maintien du même nombre de logements (477) établis dans le quartier;
- Conservation des mêmes types de bâtiments que ceux présents dans le modèle actuel;
- Modifications des lignes de lots;
- Modification de la largeur des rues;
- Modification des aménagements paysagers privés et collectifs et réduction des surfaces imperméables, lorsque possible.

Pour statuer sur le choix des critères d'aménagement à observer aux fins de l'élaboration du présent scénario, notre revue de littérature sur les quartiers écologiques nous a servi de référence. Quant au processus de design, il s'est révélé être un constant aller-retour entre les informations mises en lumière dans les précédents chapitres et les possibilités que le terrain offre pour la prise de décision de chaque critère ainsi que sa concrétisation sur plan.

Tel que prévu aux étapes de conception de l'*Open space design*, le concepteur doit, dans un premier temps, statuer sur les espaces verts à protéger en regard des attraits naturels que présente le site. Une fois cette étape complétée, nous cherchons par la suite à organiser la disposition des habitations dans les zones restantes. Dans le cas de ce scénario, l'orientation des lots par rapport aux rues suit la même logique que celle du quartier actuel, mais de façon plus regroupée à cause de la réduction des zones disponibles pour la construction.

Notre première approche a d'abord été de tenter d'intégrer aux zones disponibles le même nombre de bâtiments que celui prévu dans le quartier actuel, et ce, après avoir augmenté les critères de protection des zones naturelles. Cependant, nous nous sommes

³² La densité à l'hectare est calculée pour la surface occupée par les lots seulement et non pour le reste des surfaces occupées par le quartier qui inclut les rues et les parcs. Il n'existe aucun commerce, école ou église dans ce quartier.

aperçus qu'il était impossible de respecter le même nombre de bâtiments prévus par le quartier actuel tout en respectant la superficie du territoire à l'étude. Finalement, nous avons opté pour augmenter la densité du quartier en convertissant un nombre d'unités unifamiliales en unités multifamiliales, ceci en conservant la même quantité de logements par rapport au développement actuel, tel que dicté par nos objectifs de départ. Cette nouvelle distribution spatiale a eu un impact positif sur la réduction des surfaces de rues qui sont conséquemment moins longues à cause de la taille réduite des grappes d'îlots. Une fois les rues tracées, les lignes de lots sont ensuite tirées.

Résumons ici les objectifs primaires de ce scénario :

1. Augmenter la végétation au moyen des mécanismes et pratiques de gestion optimales végétalisées établies : baissière herbacée, zone de bio-rétention ainsi que la protection de bande riveraine élargie et de la végétation existante;
2. Organiser les bâtiments à l'intérieur des grappes d'îlots d'habitation disponibles;
3. Mesurer les répercussions que cela peut avoir sur le nombre de bâtiments tout en conservant le même nombre de logements;
4. Évaluer l'impact sur les autres aménagements du quartier;
5. Évaluer l'impact sur la densité d'habitation finale;
6. Évaluer l'impact sur la proportion des surfaces imperméables et le ruissellement.

4.3.1 ZONE TAMPON VEGETALISEE ET ESPACES A PROTEGER

Comme montré précédemment, la zone tampon d'un cours d'eau est essentielle à sa protection et à celle de la faune qui y habite. Pour suggérer une intervention structurante et sensible aux besoins de l'environnement, une collecte étendue d'informations sur l'importance biologique des milieux humides, le potentiel de l'écosystème et le rôle que jouent les autres petits cours d'eau dans le bassin versant est incontournable pour alimenter les concepteurs de cette mesure de protection. Sans ces informations, il est impossible de fixer un objectif clair en regard du niveau de qualité de l'eau à atteindre ou de celle du milieu naturel.

Le ruisseau Marineau, qui traverse le site avant la construction du développement, ne présentait pas un intérêt écologique suffisant, selon les critères du ministère du développement durable, de l'environnement et des parcs, puisque le promoteur a obtenu tous les permis nécessaires pour son complet remembrement. Les

informations concernant ce dossier ne nous ont pas été transmises et n'ont donc pas été prises en compte dans le cadre de notre recherche.

Cependant, vu sous l'angle de l'augmentation du potentiel végétal et de la diminution du ruissellement, même sans importance écologique apparente, un ruisseau peut définitivement devenir un lieu propice à l'implantation d'une zone boisée et permettre également d'augmenter le potentiel écologique floristique et faunique à long terme sur le territoire. De plus, nous ajoutons que chaque cours d'eau devrait être traité comme une branche du réseau d'un bassin versant et non de manière isolée, comme il semble être parfois le cas.

Pour ces raisons, le choix de protéger le ruisseau Marineau de même que les autres petits ruisseaux visibles à l'état du site avant le développement était primordial pour l'élaboration de notre proposition d'aménagement indépendamment de leur attrait écologique jugé faible par les instances gouvernementales. Également, comme mentionné plus tôt, la présence de boisés sert à d'autres usages recherchés en milieu urbain tels que l'amélioration du cadre de vie d'un quartier, l'atténuation des îlots de chaleur, la diminution de la pollution, etc., et finalement, l'augmentation du potentiel d'infiltration du ruissellement.

Pour guider notre réflexion menant aux critères de largeur d'une zone tampon, les éléments suivants ont été retenus :

1. Le cadre réglementaire en vigueur impose déjà une limite de 10 m à toute construction près d'un cours d'eau. Dans la détermination d'une distance de retrait du cours d'eau, cette valeur a donc été considérée dans un premier temps comme étant un minimum à respecter. Après quelques recherches, cette valeur a ensuite été élargie pour aller plus loin que ce que la loi suggère afin d'évaluer les impacts de cette mesure sur le ruissellement.
2. La surface de végétation laissée « naturelle » et dense est non négligeable quant à sa capacité de rétention du ruissellement du site. Il est donc recommandé de planifier une zone tampon plus large que le minimum requis pour ses effets mitigateurs sur le ruissellement (Mitchell, 2002), mais aussi pour d'autres avantages, comme la création de parcs et de lieux récréatifs, nécessaires en zones

urbaines plus denses. D'ailleurs, plusieurs sentiers piétonniers en gravier sont aménagés dans la zone tampon.

3. La littérature consultée démontre qu'une zone tampon d'une largeur de 20 m à 100 m, dépendamment de la largeur du cours d'eau et des activités adjacentes, facilite la fonction de filtration des polluants et la protection de la faune qui pourrait y résider (Mitchell, 2002). Il est également mentionné qu'un couvert végétal de 20 m semble acceptable pour un cours d'eau de petite taille³³.

Une zone tampon de 20 m de part et d'autre du cours d'eau a donc été arrêtée. En plus de protéger les rives, la zone tampon inclut une plaine inondable de crue de 20 ans de récurrence ainsi que tous les boisés qui étaient à l'origine présents sur le site.

Une largeur de 30 m pour la protection des berges de la Rivière-des-Prairies est inscrite au plan de la proposition puisqu'il s'agit d'un cours d'eau plus large.

4.3.2 TYPES D'HABITATION DU PROJET

Les habitations de ce scénario sont les mêmes que celles proposées par le promoteur, mais elles ont été réparties différemment. Elles ont adopté aussi une configuration différente sur le site. Leur implantation est faite en grappes d'îlots plus denses à la suite de l'établissement de la zone tampon.

Au tableau 4.4 est présenté le résultat de la répartition des logements. Celle-ci s'est effectuée durant la période de conception des plans du développement. Il en a résulté un retranchement du nombre des logements unifamiliaux plus cossus pour augmenter celui des types de bâtiments pouvant occuper plus de logements, principalement ceux des maisons en rangées, des duplex et des cinplex.

³³ Le ruisseau Marineau qui traverse le site, possède une largeur de 10 m du haut des talus.

Scénario 1 : Proposition révisée du quartier actuel			
Type d'habitation	log. / bâtiment	nb. bâtiment	nb. log. total
Maison Distinction	1	104	104
Maison Confort	1	53	53
Maison Concept	1	28	28
Maison en rangées	1	94	94
Duplex	2	34	68
Triplex	3	0	0
Cinqplex	5	26	130
Total			477

Tableau 4.4 : Nombre de logements et de bâtiments du scénario 1

4.3.3 RUES ET EMPRISES

La réduction des surfaces imperméables est primordiale dans la poursuite des objectifs de diminution des volumes de ruissellement. À ce titre, les rues d'une largeur de 9 m du développement actuel paraissent trop importantes considérant la basse fréquence des déplacements que l'on observe généralement dans ce type de quartier. Selon Both, de Portland en Oregon, des rues variant entre 6 à 8 m ont fait l'objet de bancs d'essais et ont été jugées sécuritaires pour les résidents (Metro Regional Services (2001) dans Condon, (2003)). La prise en compte de ces recherches a donc conduit à la proposition pour ce scénario de rues à double sens dont la largeur est de 7 m. Les rues sont donc passées de 9 m à 7 m de largeur à l'intérieur d'une emprise de 12 m au lieu de 15 m.

Afin d'augmenter le potentiel végétal de la proposition tout en intégrant une technique de gestion des eaux pluviales adaptée pour les rues, une baissière herbacée est prévue de chaque côté de la rue asphaltée. Ce dispositif de recueillement des eaux de surfaces de 2,5 m de largeur récupère, achemine, infiltre dans le sol les eaux de ruissellement produites par la rue.

Une rangée d'arbres est présente de chaque côté de la rue et est située au haut de la baissière du côté résidence, à la limite de la parcelle³⁴ (Figure 4.8).

³⁴ Cette végétation est calculée comme faisant partie de la baissière et n'est pas comptabilisée de manière individuelle à des fins comparatives.

Toutes les résidences possèdent également des entrées de garage réduites dont une partie de la superficie empiète sur l'emprise de rue. Des ponceaux sont donc prévus pour le passage des voitures tout en permettant la circulation de l'eau dans la baissière.

Un jardin pluvial rabaissé est proposé dans chacun des ronds-points en remplacement des ronds-points munis d'une bordure, surélevés et gazonnés du quartier actuel. Le jardin de pluie proposé pour ce scénario est une dépression au centre de la rue plus grande que la dimension du rond point original. Cette surface accroît le potentiel de végétation au centre de la rue et peut filtrer et infiltrer les eaux de pluie (Figure 4.9).

4.3.4 CORRIDORS VERTS

Une fois les emprises de rues modifiées, l'espace gagné a fait l'objet d'un questionnement quant à sa réaffectation. Cet espace aurait pu être affecté par l'augmentation du nombre de logements pour maximiser le terrain alloué aux habitations, mais compte tenu de l'objectif visé pour ce scénario, qui est de maximiser le couvert végétal en lien avec la gestion des eaux pluviales, il en a été décidé autrement.

Comme la végétation joue un rôle de ralentissement dans le ruissellement des eaux pluviales, il est souhaitable de la prévoir près des surfaces pavées de manière à séparer les eaux de surfaces les unes des autres. Lorsqu'implantée à l'arrière des maisons, entre deux lots, la végétation pourra ralentir les débits du ruissellement et filtrer les polluants au passage (Figure 4.9).

Dans ce scénario, les corridors verts bénéficient de la récupération de la surface de 3 m prélevée de l'emprise du développement actuel et transposée à l'arrière des parcelles pour y implanter une végétation dense. Ces espaces forment dorénavant une trame verte à l'arrière des habitations, qui sillonne le développement. Cette trame intercepte l'eau de pluie avec son feuillage et fournit un sol plus absorbant. Comme chaque parcelle est adossée à cette bande végétale au lieu d'être directement liée aux autres, cela a aussi pour effet de procurer de l'intimité aux propriétaires limitrophes de ces résidences.

Cette approche est intéressante autant du point de vue écologique, pour la circulation et les échanges nécessaires à la survie des espèces fauniques et floristiques, qu'en ce qui concerne la gestion des eaux du ruissellement. La perspective d'y aménager un sentier pour piétons est également envisageable : il n'y aurait qu'à ajuster la largeur du corridor pour y ajouter cette infrastructure³⁵.

D'ailleurs, les infrastructures adaptées à l'échelle humaine, propices à la marche ou au vélo, font souvent défaut à l'intérieur des nouveaux quartiers comme en témoigne l'absence de trottoirs dans le développement actuel. L'aménagement de corridors verts pourrait représenter des pistes de solutions pour encourager la pratique d'activités physiques et la convivialité entre les résidents d'un même quartier en plus de rehausser le caractère esthétique du quartier. N'est-ce pas là un exemple du concept de ruelles vertes que l'on voit appliquer sur l'île de Montréal depuis quelques années ?

4.3.5 ORGANISATION DE LA PARCELLE

Comme vu dans notre chapitre 2, des modifications aux règlements municipaux quant aux marges de retrait des bâtiments par rapport à la rue aideraient à réduire les surfaces imperméables. Ces modifications auraient pour effet d'obtenir une réduction possible de 30 % selon les conclusions de l'étude de Stone Jr (2004).

À l'intérieur de la proposition du présent scénario, la marge de recul de tous les bâtiments a été réduite à 5 m de l'emprise de rue, tel que suggéré par Condon (2003), au lieu des 7 m observés dans le scénario de l'entrepreneur, ce qui a un impact direct sur la superficie totale de stationnement et sur les sentiers piétonniers de la parcelle.

L'exemple présenté à la Figure 4.8 montre les effets des changements proposés sur la parcelle et sur l'emprise de rue. Dans un premier temps, on peut y voir une réduction des surfaces imperméables sur la parcelle (stationnement, sentiers, aménagement paysagers), initiée par le changement des dimensions du retrait de la rue, la réduction des surfaces imperméables à l'arrière, l'implantation de végétations dans la baissière, les jardins de pluie et le corridor vert en arrière-lot.

³⁵ Ce type d'aménagement expérimenté à Village Homes en Californie a augmenté par trois les déplacements piétonniers (Plater-Zyberk and Co. (1999) dans Condon (2003); Parson (1993) dans Condon (2003)).

Le premier schéma montré sur la Figure 4.8 correspond à une parcelle de dimension moyenne dans la catégorie *distinction* du scénario du promoteur (la dimension des lots, des toitures et les surfaces pavées varient d'une propriété à l'autre). Le second schéma correspond à des dimensions maximales suggérées et présentes dans le scénario 1.

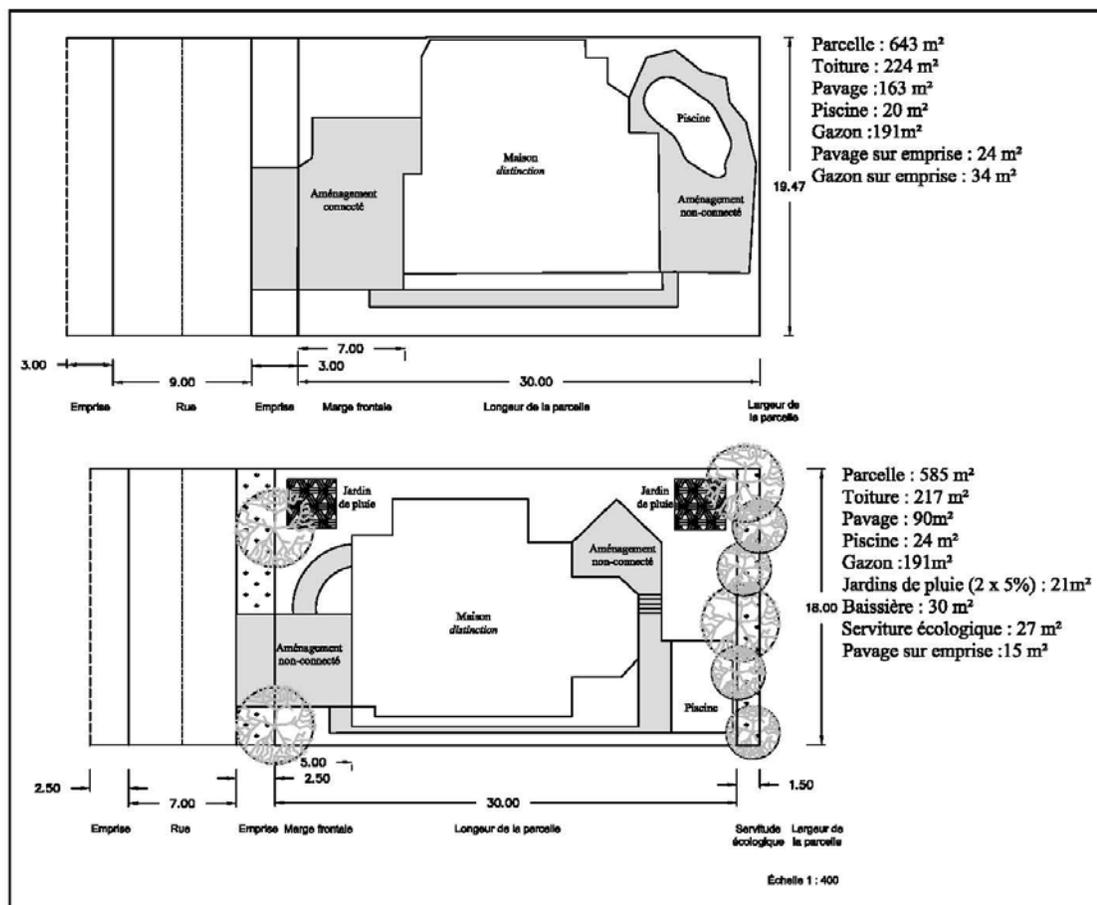


Figure 4.8 : Exemple d'aménagement de la parcelle et de l'emprise de rue

Les superficies de pavage ont diminué grâce à la réduction de l'emprise de rue et à la diminution de la marge de retrait à 5 m au lieu de 7. La proposition montre également une terrasse arrière et un sentier latéral réduit. Le corridor vert est placé en arrière du lot et deux jardins de pluie viennent récupérer l'eau du toit et du reste de la parcelle.

Les mêmes changements ont été proposés pour les maisons « confort » et « concept », toujours en observant les mêmes critères de diminution des marges frontales et latérales menant à une réduction des surfaces imperméables. Il s'est avéré difficile de diminuer de façon importante les aménagements extérieurs de ces parcelles puisqu'elles comptaient déjà peu de surfaces imperméables. En effet, la parcelle étant déjà petite, un seul des sentiers allant jusqu'à l'arrière des résidences a été conservé lorsqu'il y en avait deux auparavant. Ce sentier a été réduit à une largeur fonctionnelle maximale de 0,5 m alors qu'il pouvait varier jusqu'à 1,5 m sur certaines parcelles retrouvées dans les aménagements du quartier actuel.

Les types d'habitations plus denses, telles que les triplex, les duplex, les cinquplex et les maisons en rangées, n'ont pu faire l'objet d'une diminution marquée des surfaces imperméables. Seule une réduction des surfaces imperméables influencée par la diminution de la marge de retrait de la rue à 5 m a pu être effectuée. En effet, certains critères d'aménagement n'ont pas pu être remis en question compte tenu des types d'habitations retenus pour le développement actuel. Le nombre de stationnements minimalement requis pour les résidents faisait partie des infrastructures à conserver : les patios ne pouvaient faire l'objet d'aucune intervention puisqu'il n'en existait pas pour ces types d'habitation.

D'autres mesures concernant l'augmentation du couvert végétal ont cependant été les mêmes que pour les autres types de parcelles : diminution du gazon résultant de la réduction des marges latérales réallouées en boisé dans la zone tampon et l'implantation des corridors verts, de la baissière de rue et des jardins de pluie.

Des jardins de pluie ont été planifiés pour desservir chacune des parcelles indépendamment des types de bâtiment. Ils ont pour effet de réduire les surfaces de gazon : ils représentent 10 % du total des surfaces imperméables. La superficie de 10 % est la superficie maximale recommandée par l'Environmental Protection Agency (EPA, 1999b, p. 3). La Figure 4.9 illustre dans le détail les règles établies pour ce scénario.

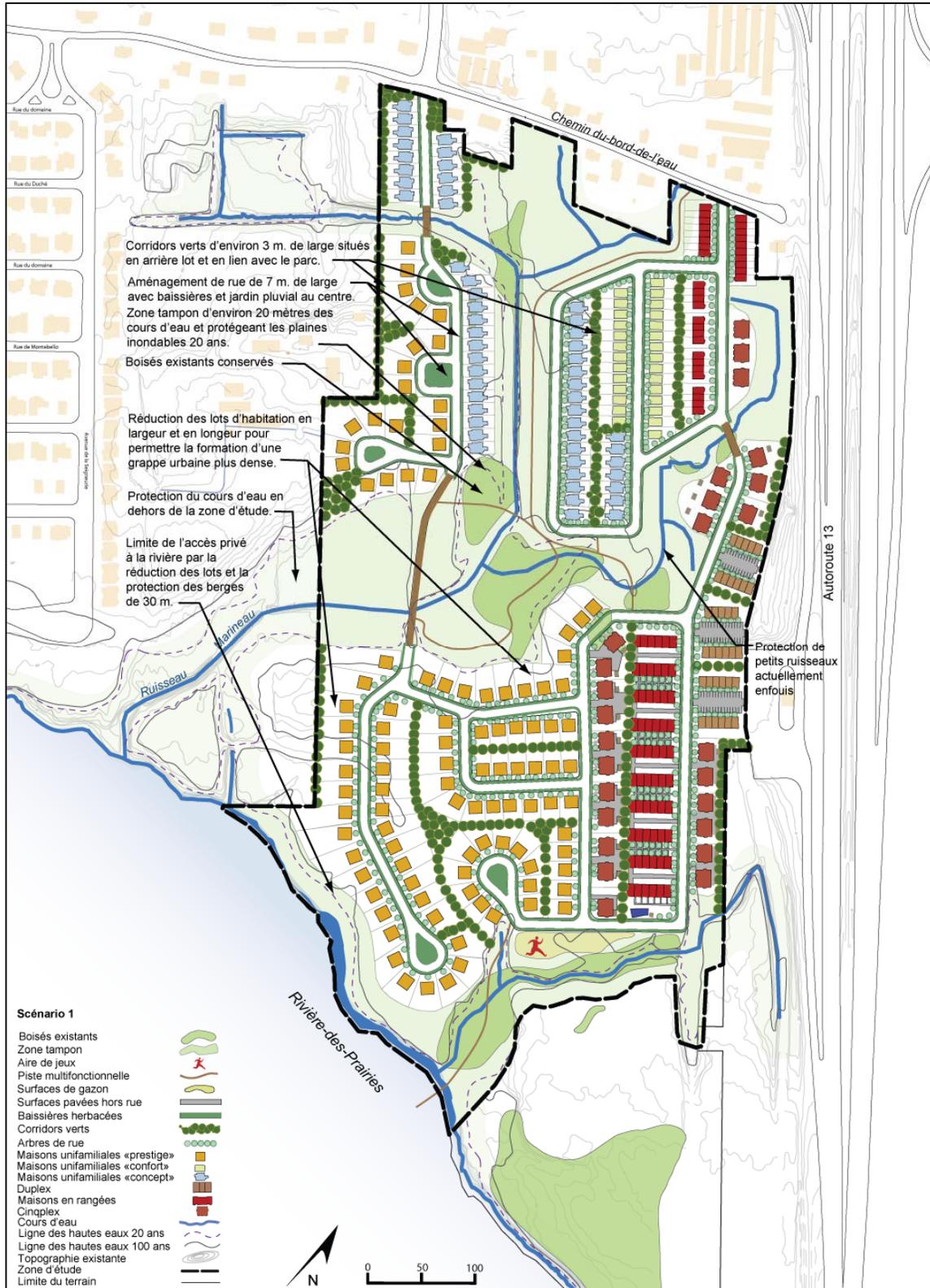


Figure 4.9 : Schéma du scénario 1 : Proposition révisée du quartier actuel
 Source : Adapté de Jodoin, 2003

4.3.6 RESULTAT DU CALCUL DE COEFFICIENT DE RUISSELLEMENT

L'impact de chaque superficie de ce scénario sur le coefficient de ruissellement est présenté au tableau 4.5.

Scénario 1 : Proposition révisée du quartier actuel							
Type de surfaces	C	A (m ²)	A total (m ²)	%	AiCi	AiCi total	Cp
Emprises et rues							
Rues asphaltées	0,95	25 922		8,1	24 626		
Entrées pavées non connectées	0,80	3 036		0,9	2 429		
Baïssières	0,10	13 890		4,3	1 389		
Sous-total			42 848	13,4		28 444	0,66
Zone d'habitations							
Toitures des maisons et cabanons	0,85	46 334		14,5	39 384		
Piscines	0,99	641		0,2	635		
Aménagements pavés non connectés	0,80	29 617		9,2	23 694		
Gazon pente moyenne (de 2 % à 7 %)	0,22	62 631		19,5	13 779		
Jardins de pluie	0,00	7 654		2,4	0		
Corridor vert	0,15	14 627		4,6	2 194		
Sous-total			161 504	50,4		79 685	0,48
Parcs et espaces collectifs							
Gazon pente moyenne (de 2 % à 7 %)	0,22	6 606		2,1	1 453		
Ruisseau Marineau et autres ruisseaux	0,99	2 541		0,8	2 516		
Zone tampon boisée	0,15	104 508		32,6	15 676		
Piste multifonctionnelle (sentiers de gravier)	0,25	2 558		0,8	640		
Sous-total			116 213	36,3		20 285	0,17
Total des superficies multipliées par les C						128 413	
Superficie totale du site			320 565	100			
Coefficient de ruissellement pondéré							0,40

Tableau 4.5 : Tableau synthèse des superficies du scénario 1 : proposition révisée du quartier actuel

Ce scénario présente une amélioration du coefficient de ruissellement pondéré par rapport à celui du quartier actuel. En comparant les deux coefficients, nous notons que l'adoption des techniques et principes énoncés dans les chapitres précédents contribue à diminuer le coefficient de ruissellement de 0,10.

Nous constatons que la diminution des superficies et l'aménagement des emprises de rues ont un impact assez important sur le C_p de cette catégorie qui est passé de 0,72 à 0,66. En effet, l'emprise des rues occupe maintenant 13,4 % du site à l'étude contre 18,7 % du développement actuel. Ce plus faible pourcentage est dû à la diminution des largeurs des rues et aux surfaces transformées en corridors verts écologiques et relocalisées à l'arrière des lots. Les types de surface à l'intérieur même de l'emprise ont également changé la surface de gazon en bordure qui a été modifiée en baïssière herbacée qui, elle, possède un C plus petit de la moitié. Les rues sont ici non seulement réduites, mais également plus perméables.

La superficie de la zone totale d'habitation (l'ensemble des parcelles additionnées) a diminué de 18 % par rapport au développement actuel ainsi qu'une baisse de son C_p passant de 0,52 à 0,48. Dans un premier temps, nous observons peu de changements par rapport aux superficies de toitures qui se stabilisent autour de 15,8 % pour le développement actuel et 14,5 % pour le scénario 1. Il y a une légère baisse des surfaces totales de ce groupe en partie due à une diminution importante du nombre de duplex dont les logements ont été réinsérés à l'intérieur d'habitations cinplex.

Les superficies de gazon ont diminué d'un peu plus de 40 % dans le présent scénario. Cette baisse est attribuable à la diminution de la taille des parcelles qui entraîne l'augmentation des surfaces de parcs (ou zone tampon) à l'extérieur de la zone d'habitation. Cette relocalisation de surfaces dorénavant publiques provoque un changement de coefficient de ces surfaces de 0,15 pour les boisés au lieu de celui du gazon qui était de 0,22.

La zone de parc ou d'espaces publics dans ce scénario a été agrandie de plus de quatre fois sa superficie initiale et représente maintenant 41 % du site au lieu de 20 % dans le scénario du promoteur. Pour cette sous-catégorie, le C_p passe donc de 0,55 à 0,17 à cause de l'importance de cette superficie par rapport à cette catégorie, mais également à cause de la conversion des C de l'aire herbacée (0,20) et du gazon (0,22), ce qui équivaut maintenant à la moitié de la zone tampon (0,15) du présent scénario.

En regroupant les superficies dans les deux grandes catégories appropriées, imperméables et perméables, les surfaces imperméables de ce scénario totalisent 33 % de la surface du quartier avec un C_p de 0,86; les surfaces perméables totalisent 66 % de l'ensemble et produisent un ruissellement avoisinant un C_p de 0,17.

Non seulement les surfaces imperméables subissent une baisse de 20 % par rapport au quartier actuel, mais le plus important est que le C des surfaces imperméables pondérées est passé de 0,89 à 0,86 et que le C des surfaces perméables pondérées est passé de 0,22 à 0,17.

Cette dernière constatation s'observe dans le C des aménagements paysagers connectés (0,90) du scénario du quartier actuel qui n'est pas le même que le C des aménagements paysagers non connectés (0,80) privilégiés dans le présent scénario. Le principe de déconnection privilégie de « déconnecter » les surfaces avant de la parcelle en interceptant le ruissellement par la végétation. Dans ce scénario, l'eau qui tombe en façade de la parcelle, s'écoule sur une pente d'un minimum de 2 % et est interceptée par le jardin de pluie ou les baissières. Elle ne risque donc pas d'atteindre la rue par gravité.

Les surfaces perméables ont augmenté de 8 % dans le scénario 1, mais dans certains cas, le gazon dont le C est de 0,22 a été remplacé par des surfaces boisées, (0,15) des baissières (0,10) ou par des jardins de pluie (0,0), ce qui diminue d'autant plus le C_p de cette catégorie.

Les ruisseaux ont ensemble une superficie de 0,8 % comparativement à 1,23 % dans le développement actuel. En effet, la surface du bassin de rétention est plus grande que toutes les surfaces des ruisseaux du scénario 1 additionnées. Le C des surfaces d'eau est élevé et augmente le C_p puisque les cours d'eau et le bassin de rétention infiltrent peu l'eau d'une précipitation.

Quant aux jardins de pluie intégrés à chacune des parcelles de ce scénario, ils ne représentent que 2,4 % de la superficie totale du site. Les zones de bio-rétention, comme le nom l'indique, sont davantage utilisées pour gérer le volume en offrant un espace de rétention et la qualité du ruissellement au moyen du sol et des plantes. Compte tenu de leur taille, elles ont donc peu d'effets en termes de superficie sur l'ensemble des résultats du quartier. Elles sont généralement conçues en petites dimensions pour mieux s'intégrer aux parcelles d'habitation. Le calcul des volumes d'infiltration et celui du degré de décontamination de l'eau pluviale ne faisaient pas partie des objectifs poursuivis par cette étude.

Finalement, considérant que les surfaces imperméables sont réduites jusqu'à presque leur minimum à l'intérieur de ce scénario et ce, tout en respectant l'esprit des aménagements se rapportant aux types d'habitation choisis, il devient alors nécessaire de changer ce paramètre dans le prochain scénario pour constater l'impact d'autres types

d'habitation sur le ruissellement. Ces nouvelles habitations devraient en principe être moins génératrices de surfaces imperméables, plus densément organisées spatialement pour pouvoir diminuer encore plus le coefficient de ruissellement pondéré.

4.4 SCENARIO 2 : PROPOSITION QUI OPTIMISE LA DENSITE DU QUARTIER

La synthèse de la revue de littérature nous fait prendre conscience des bénéfices des développements denses sur la ressource hydrique. En effet, l'étude effectuée en 2006 par l'Environmental Protection Agency des États-Unis, qui s'intitule *Protecting water resources with higher-density development*, révèle que :

- « Le développement à haute densité génère moins de ruissellement par ménage à toutes les échelles, c'est-à-dire celles de la parcelle et du bassin versant;
- Pour le même développement, le développement de haute densité produit moins de ruissellement et moins de surfaces imperméables que le développement de basse densité, et finalement;
- Pour une croissance de la population donnée, le développement de basse densité a un impact plus grand sur le bassin versant.» (Traduction libre, p.1)

Puisqu'au sein des instances locales et des communautés, tous recherchent la croissance pour de meilleurs services et infrastructures à la population, nous proposons pour le 2^e et dernier scénario, la synthèse de notre réflexion sur la manière de planifier un quartier avec des complexes d'habitations denses. D'ailleurs, nous constatons l'émergence de nouveaux quartiers de maisons multifamiliales, de condominiums, d'appartements et de toute autre forme d'habitats plus compacts³⁶ qui gagnent en popularité. Le prix de ces habitations est plus abordable pour les familles, ce qui en fait un attrait privilégié. Ces dernières peuvent profiter plus aisément des infrastructures communes qu'offre un style de vie en collectivité (Annexe 7; Bonneau, 2009).

Les stratégies proposées pour ce scénario mettent de l'avant un concept de quartier résidentiel centré sur cette volonté de créer un lieu d'habitats plus denses, où

³⁶ Les chercheurs en urbanisme parlent de ces logements comme étant des «modèles d'habitat alternatifs à la maison individuelle», modèle qui doit être repensé afin de freiner la consommation d'espace par habitants (Rérat, 2008). Néanmoins, cette refonte des quartiers périurbains ne peut être menée sans d'abord étudier les comportements des citoyens envers la voiture, la marche à pied, le vélo et les transports en commun. La question de l'éloignement du lieu de travail et des activités sociales doit également être soulevée afin de répondre aux problèmes liés à la croissance des villes (*Ibid.*).

l'on protège une grande superficie de terrain à des fins de conservation. La première stratégie est de créer une typologie multifamiliale permettant de construire plus de logements à l'hectare; la deuxième est de rassembler en grappes d'îlots (clusters) ces habitations à l'intérieur du réseau boisé. Les aménagements en grappes d'îlots regroupent les habitations entre elles pour leur permettre de partager les infrastructures de routes d'accès, parcs, jeux, stationnements, etc. (PGDER, 1999). Finalement, les notions de gestion des eaux pluviales abondamment évoquées dans la recension des écrits font encore ici partie des principes ayant guidé le design durant la conception. L'idée du corridor vert qui traverse le tissu urbain est aussi exploitée dans ce scénario comme une stratégie surtout lié au principe de «déconnexion» dans une de gestion des eaux pluviales plus efficace. Cette trame verte joue aussi de multiples rôles, dont ceux de l'infiltration de l'eau provenant des habitations, de lieu de transition piétonnier et de raccordement avec la zone tampon boisée qui favorise les échanges et la circulation faunique.

Pour ce scénario, les limites intérieures du projet ont été modifiées afin d'accroître les possibilités d'aménagement et d'augmenter le niveau de cohérence des grappes d'îlots du développement. L'élargissement de ces limites a permis de mieux structurer l'espace du développement dans chacune des grappes pour qu'elles puissent être des entités autonomes en elles-mêmes tout en étant interliées.

Ce scénario se distingue du précédent également par sa forme urbaine créée au moyen de la grille de rues orthogonales, mais sensiblement adaptée au contexte par l'influence du ruisseau Marineau.

Comme dans le scénario précédent, les étapes de conception de la stratégie de l'*Open space design* ont été respectées. Cette stratégie est d'ailleurs encore plus visible à travers ce scénario.

Nous résumons ici les objectifs de ce scénario :

1. Modifier les limites d'intervention du développement tout en conservant le même nombre de m² du périmètre de la zone d'étude;

2. Créer un nouveau type d'habitation plus dense et davantage construit en hauteur tout en conservant le même nombre de logements. De plus, organiser ces habitations en un ensemble cohérent;
3. Augmenter la végétation au moyen des mécanismes et techniques établis : bande riveraine élargie, protection de la végétation existante, corridors verts, baissière herbacée et zones de bio-rétention;
4. Évaluer l'impact sur la densité d'habitation finale;
5. Évaluer l'impact sur la proportion de surfaces imperméables et le ruissellement.

4.4.1 LIMITES DU TERRAIN

Comme indiqué précédemment, les terrains jouxtent l'autoroute 13, bordent la Rivière-des-Prairies et font face à un ensemble de commerces et de résidences au nord. Cependant, à l'ouest, il reste des terrains libres d'une superficie de 130 205 m² (13 ha) pouvant être utilisés pour des fins de démonstration du scénario 2 sans toutefois faire partie des superficies comptabilisées pour l'évaluation du coefficient pondéré.

En annexant cette portion de terrain à celle du développement actuel, il serait possible d'aménager ce nouvel espace d'une toute autre manière. Cette approche plus globale de développement du territoire ne serait plus uniquement orientée vers l'intérieur des limites de propriétés prévues par le lotissement actuel, mais s'appuierait dorénavant sur les limites naturelles que comprend le bassin de drainage du ruisseau comme guide de répartition des terres vouées au développement.

En effet, par le principe d'aménagement à moindre impact reconnu par le *l'Open space design*, qui privilégie l'intégration et la protection des éléments naturels du territoire dans la planification du développement, l'espace disponible à aménager pour les habitations est considérablement réduit. Dans ce contexte, il devient parfois difficile, voire impossible d'établir un projet cohérent avec le peu d'espace disponible pour la construction. Il appert donc logique de planifier l'établissement d'un quartier sur de plus grandes superficies en tenant compte *d'englober les éléments naturels majeurs* qui nécessitent une protection particulière plutôt qu'uniquement par lot. Par exemple, dans le scénario 2, le ruisseau Marineau se retrouve dans une plus grande proportion à l'intérieur d'un seul projet. Également, l'espace dédié aux constructions est plus grand et

offre maintenant plus d'options quant au choix du type d'habitation, du design des aménagements urbains, etc. Cette planification peut aussi permettre de mieux rentabiliser financièrement les projets d'habitations denses tout en favorisant une meilleure cohabitation des infrastructures et du milieu naturel.

Par cette nouvelle orientation, le ruisseau Marineau devient le point central du projet étant lui-même à l'origine des formes ou de la configuration que le quartier peut prendre. Auparavant, la longueur du ruisseau Marineau s'étalait sur deux lots appartenant à deux différents propriétaires et l'aménagement de ces abords pouvait varier selon la vision de chaque développeur alors que, maintenant, il est le lien par lequel les éléments de composition urbaine s'articulent tout en étant protégés.

Toutefois, comme évoqué plus tôt, le résultat du coefficient de ruissellement pondéré comparable entre les scénarios est toujours basé sur les mêmes limites de propriété, celles visées dans la situation avant le développement. Comme exprimé précédemment, le design du développement hors limites ne sert qu'à des fins de démonstration de configuration spatiale et non à des fins de performances comparatives.

4.4.2 ESPACES PROTEGES

Comme dans le scénario 1, les espaces protégés sont ceux qui englobent les cours d'eau, les plaines inondables et les boisés existants.

Cette proposition opte pour une protection du ruisseau Marineau d'une largeur de 20 m de part et d'autre, ce qui équivaut à la même protection qu'au précédent scénario. Les plaines inondables 20 et 100 ans sont boisées ainsi que les rives de la Rivière-des-Prairies qui sont protégées jusqu'à 30 m.

Une fois la surface protégée établie sur plan, il est plus aisé de repérer les terrains propices à la construction d'habitations. La ligne qui délimite ces zones est, à prime abord, le reflet des tracés empruntés par les cours d'eau, mais à 20 m plus loin de chaque côté. Cela a pour incidence de générer parfois des grappes d'îlots d'habitations disproportionnées offrant peu d'options pour y insérer un groupe d'habitations plus

denses. Cela peut aussi se traduire par un tracé de rue qui longe le boisé, plutôt complexe et peu fluide.

Pour palier ce problème, la surface habitable a été réduite de quelques m² pour enlever ces poches de terrain incongrues. Cette simplification des contours permet d'intégrer un ensemble d'habitations plus uniformes et ainsi mieux répondre aux exigences architecturales.

Après l'intégration de ces petits espaces résiduels, la zone des terres protégée établie au départ a donc légèrement augmenté.

4.4.3 TRAME URBAINE DE RUES

Trois grappes d'îlots d'habitations ont été dessinées à l'intérieur des méandres des ruisseaux et des terres protégées. C'est à l'intérieur de ces grappes d'îlots qu'ont été planifiés l'implantation d'habitations, la trame de rues et les espaces publics.

La trame de rues a d'abord fait l'objet d'une séance de croquis à main levée pour explorer les avenues permettant de statuer sur sa forme. Les objectifs poursuivis à travers cette démarche étaient de proposer un ensemble de rues cohérent, qui alloue une fluidité à la circulation et aux déplacements tout en faisant en sorte qu'elle s'adapte au contexte naturel lorsque le tracé longe le boisé.

Selon le Landscape architectural graphic standard (Leonard, 2007, p. 197), la grille de rues orthogonale offre d'incontestables avantages tels que :

- « la malléabilité du dimensionnement des îlots lors de l'implantation;
- la possibilité de dicter une hiérarchie dans l'établissement des rues et de disperser le trafic efficacement;
- l'adaptabilité de l'îlot dans le temps pour accommoder différentes fonctions;
- la possibilité de varier les typologies et les densités : bâtiment unique, maison en rangées, ou autre à même un îlot. » (traduction libre)

En effet, l'îlot permet d'être fractionné en autant de parcelles que désiré, d'y ajouter des bâtiments, de varier les fonctions comme y insérer une place publique ou un parc ou y construire des bâtiments commerciaux lorsque la densité le permet, etc.

Une grille de rues orthogonale qui crée des îlots tous égaux d'une largeur de 66 m a tout d'abord été testée sur chacune des grappes d'îlots d'habitation. Cette trame rectiligne répandue uniformément sur les trois grappes d'îlots a soulevé un problème : une surabondance de rues liée à la trop petite dimension de l'îlot urbain.

Ce processus d'essais / erreurs a ainsi mené à la création d'îlots de différentes tailles en lien avec les grappes d'îlots. Les îlots varient plutôt de 70 m de largeur, pour la plus petite grappe, à 180 m de largeur, pour la plus grande grappe. L'îlot s'est avéré être parfaitement adaptable aux différentes largeurs des grappes d'îlots durant le processus de conception de la trame de rues, et ce, malgré les contraintes que présentaient les contours des zones boisées. La difficulté majeure a été de créer un lien entre les rues du développement existant à l'ouest et celles du développement projeté ou encore de planifier une transition entre les deux du point de vue de la densité d'habitations. En fait, il s'est avéré plus difficile de s'accommoder du tracé des rues existantes du quartier adjacent et de le prolonger que d'en créer un nouveau sans égard au contexte environnant, comme vu au scénario précédent : même constat en ce qui a trait aux habitations. Nous nous sommes efforcés de créer une transition de densité d'habitation, de faible à plus élevée entre les deux différents développements, de manière à ne pas avoir d'un côté de la rue des résidences isolées et, de l'autre, des bâtiments de quatre étages qui créent une disproportion visuelle pour les utilisateurs circulant à pied.

Une hiérarchie de rues a dû être planifiée à l'intérieur de ce scénario. Bien que toutes les rues soient de même largeur (7 m), certaines rues principales ont été aménagées différemment en bordure pour indiquer les trajets plus directs entre les trois grappes d'îlots. Ces liens publics spécifiques font face au boisé protégé et comprennent des aménagements spécifiques en bordure. L'emprise des rues principales est de 15 m comme pour les autres rues, mais comportent un retrait plus marqué du bâtiment pour élargir le champ visuel, ce qui permet d'y insérer une double rangée d'arbres. Des ponts sur pilotis relient chacune des grappes d'îlots d'habitation entre elles et assurent le passage au moment d'entrer dans la zone tampon ainsi qu'au-dessus du ruisseau sans créer d'impact sur le milieu naturel (Condon, 2003).

Ces voies publiques, lorsqu'elles côtoient le parc central, possèdent un trottoir situé du côté des habitations seulement. De l'autre côté, on peut distinguer des entrées identifiant les sentiers piétonniers du parc. Ces entrées sont principalement situées en face des coins de rues et à la sortie des corridors verts. Une traverse piétonne est prévue devant chaque entrée du parc (Figure 4.8).

Plus au centre des grappes d'îlots, l'emprise des rues fait 15 m également, tout comme celles du développement actuel, toutefois, elles possèdent des trottoirs. Toutes les rues sont bordées d'une baissière de 2,5 m de chaque côté et de trottoirs de 1,5 m de chaque côté (sauf pour les rues qui longent le boisé). Il n'y avait pas de trottoirs dans le scénario précédent, ce qui respectait l'esprit initial de conception d'un quartier conventionnel actuel. Toutefois, pour ce scénario-ci, comme les grappes d'îlots d'habitation sont plus denses, il est tout à fait justifié de proposer des liens de circulation piétonniers adéquats pour accommoder et favoriser les déplacements à l'intérieur du quartier. Tout le long du parc central, des élargissements de voies offrent des places de stationnements aux visiteurs (Figure 4.8).

Trois parcs publics faisant partie prenante de la stratégie globale des eaux de surface ont été aménagés à l'intérieur des plus grandes grappes d'îlots. Celui de la grappe en bas, à gauche, est aménagé avec une aire de jeux pour enfants comme pour le développement actuel. Des bassins de rétention nécessaires pour les crues importantes peuvent notamment être localisés à ces endroits (Balmori, 2002). Cependant, la conception de ces bassins doit alors respecter des critères de sécurité élevés.

Également, un grand stationnement collectif est mis à la disposition des visiteurs près de l'autoroute, dans la grappe du bas, à droite. Les résidents ou visiteurs peuvent également y accéder à pied par un parc. Le stationnement collectif aurait également pu être étagé pour augmenter le nombre de place de stationnement dans le développement.

Finalement, une trame de corridors verts relie le parc au nord et au sud de chacune des grappes d'îlots. Ces corridors scindent les îlots en deux pour se rattacher au grand parc central et à la Rivière-des-Prairies. Cette mesure applique le principe de

connexion entre les zones boisées qui agit comme soutien à la faune pour favoriser sa libre circulation (Condon, 2003; Bolund *et al.*, 1999; Prince George County, 1999).

Ces corridors de 10 m de largeur, plus larges que dans le précédent scénario (3 m), servent aussi de circulation piétonnière. Pour cela, un sentier de 1,5 m en criblure de pierre a été intégré au centre de ces structures et comptabilisé comme surface de gravier (voir grille des coefficients).

Dans la section qui suit, nous expliquons plus en détails les aménagements et les usages des îlots urbains.

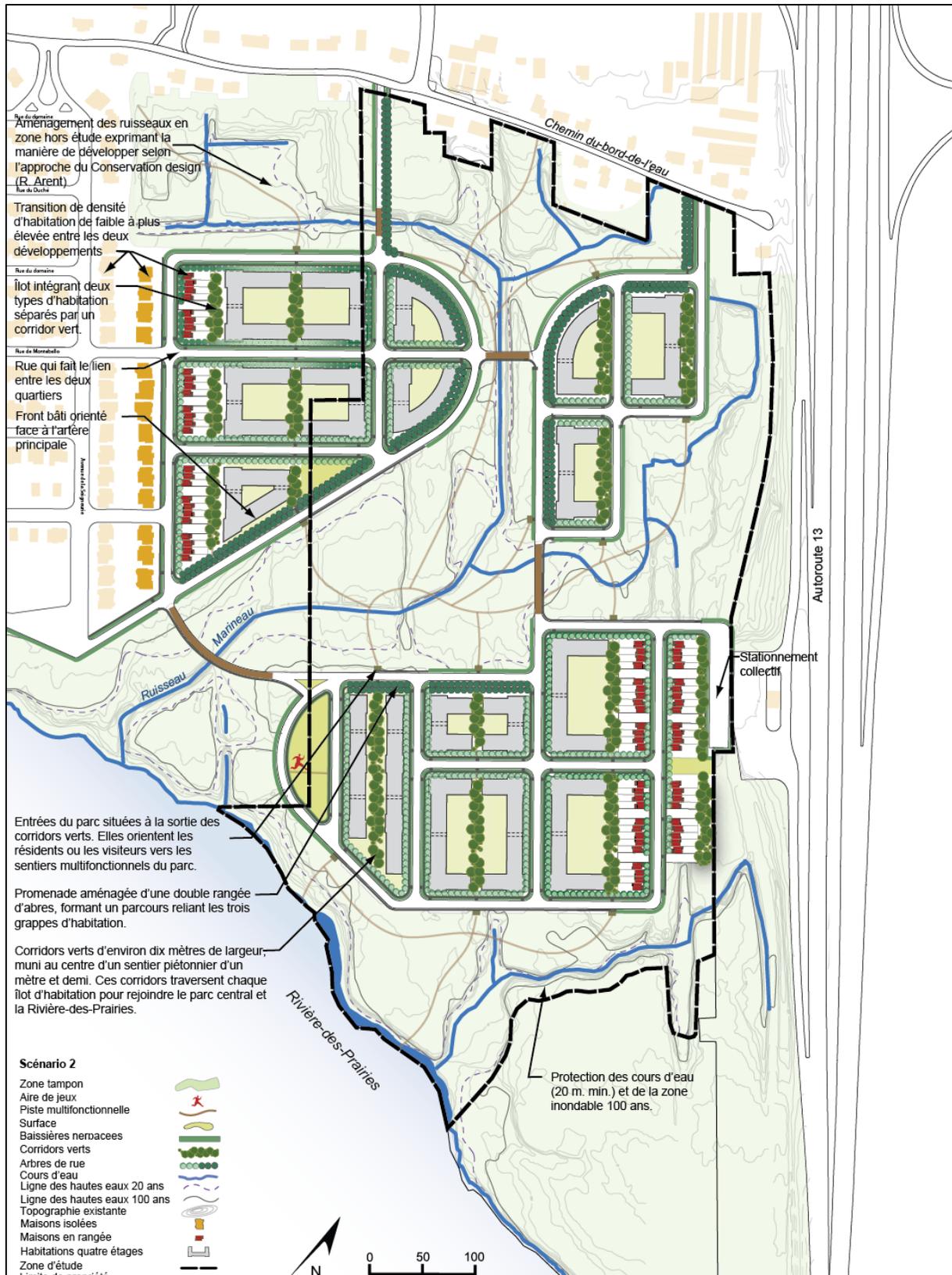


Figure 4.10 : Schémas du scénario 2 : Proposition qui optimise la densité du quartier

Source : Adapté de Jodoin, 2003

4.4.4 ÎLOT URBAIN

Dans ce scénario, il est question de 12 îlots parfois uniquement composés de bâtiments de quatre étages, parfois mixtes (Tableau 4.6) :

Scénario 2 : Proposition qui optimise la densité du quartier			
Type d'habitation	log. / bâtiment	nb. bâtiment	nb. log. total
Bâtiment 4 étages(îlot 1)	26	1	26
Bâtiment 4 étages(îlot 2)	26	1	26
Bâtiment 4 étages(îlot 3)	26	1	26
Bâtiment 4 étages(îlot 4)	41	1	41
Bâtiment 4 étages(îlot 5)	32	1	32
Bâtiment 4 étages(îlot 6)	48	1	48
Bâtiment 4 étages(îlot 7)	46	1	46
Bâtiment 4 étages(îlot 8)	44	1	44
Maisons rangées (îlot 8)	1	13	13
Bâtiment 4 étages(îlot 9)	76	1	76
Bâtiment 4 étages(îlot 10)	44	1	44
Maisons rangées (îlot 10)	1	13	13
Maisons rangées (îlot 11)	1	26	26
Bâtiment 4 étages(îlot 12)	16	1	16
Total			477

Tableau 4.6 : Nombre de logements et bâtiments du scénario 2

Un îlot type renferme des bâtiments de quatre étages qui forment un rectangle et qui ont un retrait de 5 m de l'emprise, le même retrait que celui du scénario 1 (sauf pour les rues principales, le retrait est de 10 m et intègre une promenade devant le parc). Dans son centre, un grand jardin isolé du bruit et des nuisances de la rue procure un espace semi-privé plus intime pour les résidents (Figure 4.11).

Sur l'îlot, nous trouvons également deux sentiers en gravier : un qui le traverse horizontalement et l'autre qui est verticalement intégré au corridor vert. Un jardin de pluie qui récupère les eaux de la parcelle est aussi proposé sur chaque îlot au centre du jardin (Figure 4.11).

Les stationnements prévus pour les résidents sont souterrains. Une case par logement a été comptée. La surface totale des stationnements souterrains est présentée à la Figure 4.11.

La proposition de stationnements souterrains n'a pas été appuyée par une étude de faisabilité qui aurait notamment pris en compte la hauteur de la nappe phréatique, le règlement en vigueur ainsi que l'impact des coûts de ce type d'infrastructure sur les prix des habitations. Ce dernier aspect pourrait d'ailleurs menacer la viabilité économique d'un projet dans un marché concurrentiel où l'offre immobilière est diversifiée³⁷. Par contre, planifier ainsi les stationnements s'avère avantageux dans l'application des principes de diminution des quantités de surfaces pavées du développement ayant des répercussions positives sur le coefficient de ruissellement pondéré.



Figure 4.11 : Section agrandie du plan montrant l'intérieur d'un îlot avec deux différents types d'habitations. On peut également y observer les baissières en vert pâle autour de l'îlot, le jardin de biorétention au centre et les corridors verts qui le traversent pour rejoindre le parc boisé.

³⁷ Il est très difficile d'évaluer le coût comparatif d'un projet de développement domiciliaire avec un autre pour deux raisons fondamentales. Nous citons ici un exemple québécois, le projet LEED-ND du Faubourg Bois Briand, certifié or pour expliquer ces raisons. En effet, le projet se vend en formule de copropriétés, ce qui en fait un projet unique. Le coût annuel de la copropriété est sensiblement le même que celui d'une maison unifamiliale. La deuxième raison doit prendre en compte le lieu de l'implantation de ce projet et de son environnement, à proximité des commerces ou non, ce qui en fait un produit "Life style" plus facilement vendable, par rapport à un autre qui ne possède pas les mêmes caractéristiques. Donc, le prix des habitations se reflète dans le concept, dans les services de proximité et dans l'éloignement de la ville centre, ce qui est difficilement comparable.

Par ailleurs, les coûts des matériaux qui aident à une meilleure gestion des eaux pluviales sont aujourd'hui des produits standards qui n'augmentent pas les coûts de construction d'un projet LEED. Il reste un dernier item : le garage intérieur. Dans le concept du Faubourg Bois Briand, l'ensemble des propriétés doivent acquérir, si l'acheteur le désire, une place de stationnement obligatoirement intérieure. Le cas échéant, le propriétaire doit déboursier environ 20 000 \$ au lieu de 6 000 \$, soit le coût de construction d'une place extérieure. Ce seul fait engendre une augmentation d'environ 5 % de l'achat d'une propriété au Faubourg Bois Briand, sauf que l'acheteur possède ainsi un actif qui devient par la suite un avantage à la revente (<http://www.faubourgboisbriand.com/>).

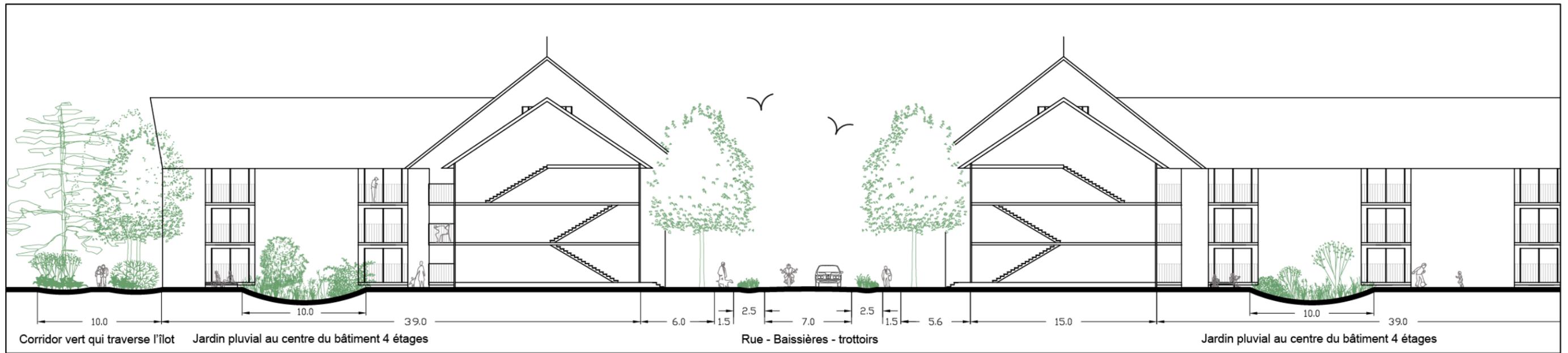
En plus, des bâtiments de quatre étages (en gris), des maisons en rangées (en rouge), fortement prisées à l'heure actuelle³⁸, ont été intégrées aux îlots, ce qui offre une meilleure transition entre les quartiers et les volumes bâtis de chaque côté de la rue (Figure 4.11). Les maisons en rangées diversifient également l'offre d'habitation à l'intérieur de ce scénario. Cette mixité de types d'habitation sur un même îlot se révèle justement être un des avantages liés à l'utilisation de l'îlot comme choix typologique et de la grille orthogonale.

Le reste des aménagements extérieurs de l'îlot se résume à une entrée de pavés de béton en façade de chacune des résidences.

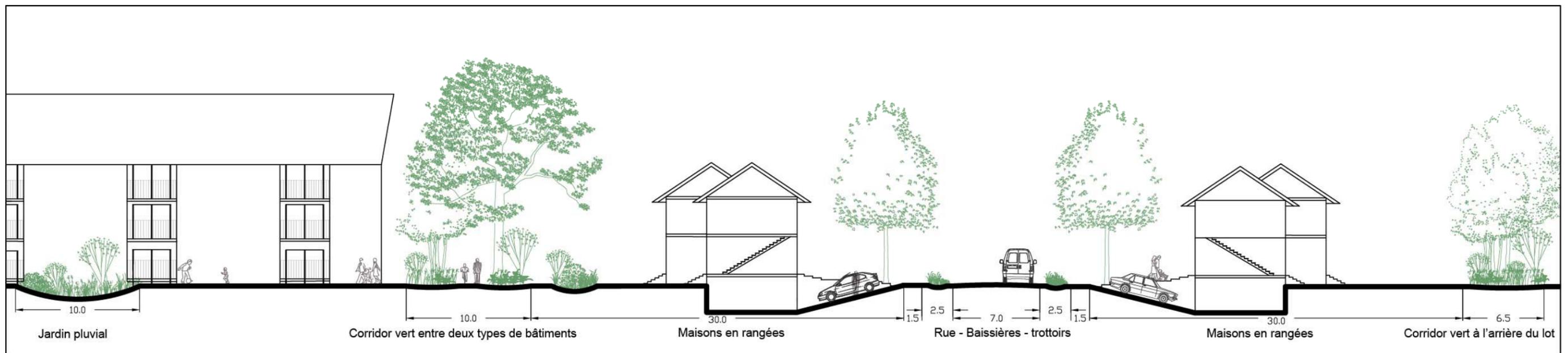
Les jardins de pluie ont été planifiés à 5 % du total des surfaces pavées, soit la moitié du scénario précédent. Ce choix découle du fait qu'il reste peu d'espace disponible au centre des jardins centraux, et ce, dû à la densité d'habitation.

Les aménagements extérieurs des maisons en rangées sont demeurés les mêmes que ceux du scénario 2, c'est-à-dire un stationnement en façade avec un chemin se rendant à la propriété ainsi qu'un jardin de pluie.

³⁸ Plusieurs facteurs expliquent cet engouement face aux maisons en rangées. Les économistes expliquent ce phénomène, ayant vu le jour en 2007, par le fait que le prix de ces maisons est beaucoup moins élevé que celui des maisons isolées (28 %) et offre un bon compromis entre une « *maison unifamiliale de rêve et la location d'un appartement.* » La diminution de la taille des ménages et le ralentissement économique des dernières années jouent également sur la vente des maisons en rangées. Alors que la construction des maisons unifamiliales subissait une baisse de 16 % en 2008, la construction des maisons en rangées et jumelées augmentaient de 26 %. La construction des logements en copropriété croissait, elle, de 12 % et celle des condos de 37 % dans la région de Montréal (SHHL dans Bonneau, 2009 (Annexe 7). Le vieillissement de la population compte aussi pour une bonne partie du succès des maisons en rangées. En effet, le nombre de personnes vivant seules a quadruplé de 1971 à 2006 (SCHL).



Coupe A : Rapport d'échelle entre deux îlots de bâtiments 4 étages



Coupe B : Transition entre un bâtiment de 4 étages et les maison en rangées

Figure 4.12 : Coupes montrant l'interface entre les bâtiments et la rue

4.4.5 CALCUL DU COEFFICIENT DE RUISSELLEMENT

Le tableau 4.7 montre l'impact de chaque superficie du scénario 2 sur le coefficient de ruissellement.

Scénario 2 : Proposition qui optimise la densité du quartier							
Type de surfaces	C	A (m ²)	A total (m ²)	%	AiCi	AiCi total	Cp
Emprises et rues							
Rues asphaltées	0,95	27 445		8,6	26 073		
Trottoir	0,80	7 857		2,5	6 286		
Baïssières	0,10	15 686		4,9	1 569		
Sous-total			50 988	15,9		33 927	0,67
Zone d'habitations							
Toitures des habitations	0,85	32 227		10,1	27 393		
Aménagements pavés non connectés	0,80	10 277		3,2	8 222		
Gazon pente moyenne (de 2 % à 7 %)	0,22	35 760		11,2	7 867		
Jardins de pluie	0,00	2 287		0,7	0		
Corridor vert	0,15	10 489		3,3	1 573		
Piste multifonctionnelle (sentiers de gravier)	0,25	888		0,3	222		
Sous-total			91 928	28,7		45 277	0,49
Parcs et espaces collectifs							
Gazon pente moyenne (de 2 % à 7 %)	0,22	5 475		1,7	1 205		
Ruisseau Marineau et autres ruisseaux	0,99	2 541		0,8	2 516		
Zone tampon boisée	0,15	166 597		52,0	24 990		
Piste multifonctionnelle (sentiers de gravier)	0,25	3 036		0,9	759		
Sous-total			177 649	55,4		29 469	0,17
Total des superficies multipliées par les C						108 673	
Superficie totale du site			320 565	100			
Coefficient de ruissellement pondéré							0,34

Tableau 4.7 : Tableau synthèse des superficies du scénario 2

Le coefficient de ruissellement pondéré a baissé de 16 % par rapport à celui du quartier actuel. Cette proposition produit donc 34 % de ruissellement sur le site par rapport à 50 %.

L'emprise des rues de ce scénario compte pour au total 16 % du développement, soit 2,5 % de plus qu'au précédent. Cette augmentation vient principalement du fait qu'il y a maintenant un trottoir de béton de chaque côté des rues (sauf celles longeant le boisé) alors qu'il n'y en avait pas dans le scénario 1. Cet élément augmente les superficies de surfaces dures dans l'emprise ainsi que le coefficient de ruissellement en raison de la présence de matériaux imperméables.

De façon générale, dans ce scénario, les surfaces de rues sont sensiblement restées les mêmes que celles du scénario précédent, soit 8,6 % versus 8,1 %.

Le C_p de l'emprise des rues est resté le même qu'au scénario 1 puisque les mêmes coefficients sont utilisés pour chacune des surfaces.

Les mesures de densification d'habitation de ce scénario ont diminué l'empreinte au sol des bâtiments avec seulement 32 227 m² de toit comparativement au quartier actuel qui est de 50 808 m² et le scénario 1 avec 46 334 m². Cela s'explique par le regroupement de logements sous un même toit. Les superficies de toits viennent toutefois au deuxième rang en importance après les rues, totalisant 10,1 % de la surface totale.

Aussi, il y a moins de 65 % de pavage dans les aménagements paysagés en raison des stationnements souterrains et du partage des infrastructures piétonnières. Également, les étendues de gazon comptent moins pour de 43 %. Celles-ci ont été reconverties en zones boisées et en corridors verts.

Les jardins de pluie ont été planifiés à 5 % du total des surfaces pavées comparativement à 10 % pour le scénario précédent. Le manque d'espace limitait l'étendue de cette mesure d'absorption. La connaissance des volumes exacts de ruissellement produits par les aménagements aurait guidé l'établissement d'un critère de superficie mieux adapté aux besoins de la proposition. On retrouve donc une moins grande superficie de jardins de pluie dans ce scénario, soit 0,7 % au lieu de 2,4 %.

Le coefficient pondéré de ruissellement pour la zone d'habitation est passé de 0,48 à 0,49, soit une légère augmentation liée à la concentration des bâtiments.

La zone tampon a augmenté de 37 % comparativement au scénario précédent et couvre 52 % du site comparativement 32,6 %. Cet élément est le principal facteur qui influence le coefficient de la catégorie des parcs et espaces collectifs puisque le reste des aménagements n'a subi que peu de variations en termes de superficies et le C_p est resté le même qu'au scénario 1. Les parcs regroupent en eux-mêmes la majorité des surfaces perméables du quartier. Ces dernières comptent pour 55,4 %

de la superficie totale du quartier. En résumé, plus de la moitié du terrain voué au développement dans ce scénario est protégé.

4.5 COMPARAISONS ENTRE LES SCÉNARIOS ET TYPE D'HABITATION DU POINT DE VUE DE LA DENSITÉ ET DE L'IMPACT SUR LES SUPERFICIES DE SURFACES IMPERMÉABLES

Les densités d'occupation au sol d'un quartier varient en fonction du nombre de logements et de la superficie du terrain ciblé³⁹. Pour cette étude, la densité *nette* a été employée afin d'évaluer, dans un premier temps, la quantité de logements à l'hectare par type d'habitation. En effet, le principe d'isoler uniquement les grappes d'îlots dans le calcul de la densité (sans les rues, parcs et espaces publics) fournit un chiffre comparable par type d'habitation, qui ne tient pas compte de la variabilité des superficies d'espaces libres. De cette manière, nous avons mieux associé à chacun d'eux un coefficient de ruissellement pondéré (voir Tableau 4.8).

Dans un deuxième temps, il nous a été plus facile d'analyser le phénomène du rétrécissement de la zone d'habitation disponible (ou des grappes d'îlots) en lien avec les types d'habitation, leur surfaces imperméables et le ruissellement. En effet, en regard des types d'habitation choisis pour chaque scénario, ceux-ci déterminent une densité d'habitation qui elle établit automatiquement un lien avec le potentiel de ruissellement. En résumé, le choix de différents types d'habitation pour un scénario a un impact direct sur le coefficient de ruissellement pondéré, et inversement, le coefficient de ruissellement pondéré révèle l'impact de l'utilisation des différents types d'habitation. Cette section détaille d'un peu plus près l'effet de ces choix sur les superficies d'habitations disponibles et les superficies imperméables.

³⁹ Densité nette : La densité nette se calcule en divisant le nombre total de logements construits par la superficie d'un territoire donné une fois la portion correspondant à l'emprise des rues, des parcs et des autres infrastructures d'utilité publique enlevée.

Densité brute : La densité brute se calcule en divisant le nombre total de logements construits par la superficie d'un territoire donné sans enlever la portion correspondant à l'emprise des rues, des parcs et des autres infrastructures d'utilité publique (CMQ, 2010).

Dans le développement actuel, le promoteur a accordé la plus grande superficie de terrain aux résidences unifamiliales « *distinction* », qui représente la plus faible densité avec 13 habitations par hectare. Ces dernières sont situées dans la partie ouest du site à partir du Chemin-du-bord-de-l'eau, au nord, et jusqu'à la Rivière-des-Prairies, au sud (Figure 4.13, en beige pâle). Attenant à cette zone, les maisons *conforts*, *concepts*, *maisons en rangées* et *triplex* sont, quant à elles, identifiées comme étant des habitations à densité moyenne avec respectivement 25, 26, 37 et 29 logements par hectare (Figure 4.12 en bleu). On remarque également que ce sont les résidences de faible et de moyenne densités qui ont un accès direct au parc central et au parc du bord de l'eau.

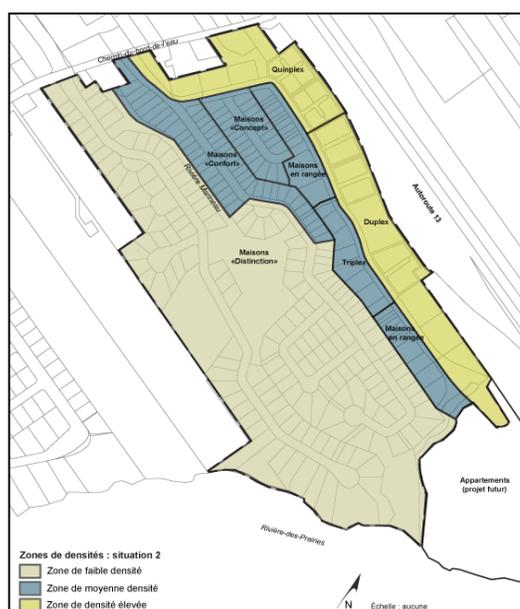


Figure 4.13 : Zones de densité du quartier actuel

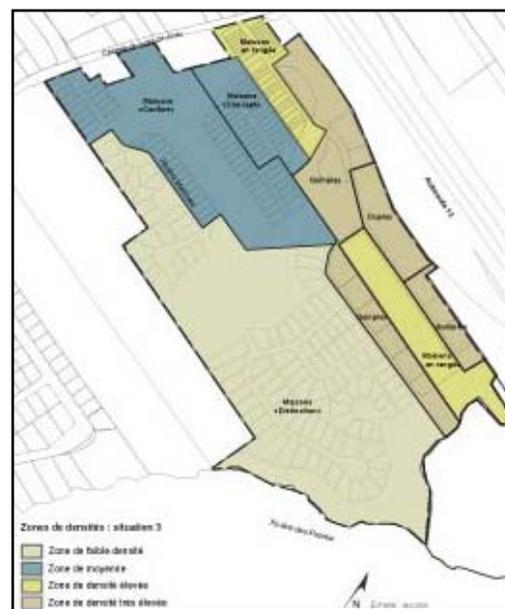


Figure 4.14 : Zones de densité du scénario 1

Ensuite, les duplex et les cinquplex, considérés ici comme des habitations à densité élevée, sont situés dans la portion «est» du site sur le bord de l'autoroute 13. Ils ont des densités de 59 et 54 logements par hectare respectivement (en jaune).

Le développement actuel dans son ensemble a une densité nette de 25 logements à l'hectare (tableau 4.8). La zone d'habitation excluant les parcs et les

rues a une superficie de 19,32 ha, ce qui correspond à environ 62 % du site.

La proposition du scénario 1, qui reprend les mêmes types d'habitation, mais en misant davantage sur ceux dits de «densité élevée et très élevée» couvre une superficie nette plus réduite de 14,86 ha, ce qui correspond à 48 % de la superficie totale du site. La densité moyenne, quant à elle, est passée à 32 log. par hectare.

Tableau des densités nettes et superficies d'habitations

	Actuel	Scénario 1	Scénario 2
Maison «distinction»			
Type de densité	Faible	Faible	
Superficie nette (ha)	11,45	7,01	
Nb. de logements	148	104	
Densité nette (log/ha)	13	15	
Coefficient de ruissellement	0,50	0,49	
Maison «confort»			
Type de densité	Moyenne	Moyenne	
Superficie nette (ha)	1,77	1,92	
nb. de logements	45	53	
Densité nette (log/ha)	25	28	
Coefficient de ruissellement	0,43	0,42	
Maison «concept»			
Type de densité	Moyenne	Moyenne	
Superficie nette (ha)	0,85	0,88	
Nb. de logements	22	28	
Densité nette (log/ha)	26	32	
Coefficient de ruissellement	0,45	0,47	
Maison en rangée			
Type de densité	Moyenne	Élevée	Élevée
Superficie nette (ha)	0,95	2,03	1,17
Nb. de logements	35	94	52
Densité nette (log/ha)	37	46	44
Coefficient de ruissellement	0,62	0,62	0,45
Triplex			
Type de densité	Moyenne		
Superficie nette (ha)	0,72		
Nb. de logements	21		
Densité nette (log/ha)	29	0	
Coefficient de ruissellement	0,71		
Duplex			
Type de densité	Élevée	Très élevée	
Superficie nette (ha)	2,29	0,92	
Nb. de logements	136	68	
Densité nette (log/ha)	59	74	
Coefficient de ruissellement	0,63	0,59	

Cinplex			
Type de densité	Élevée	Très élevée	
Superficie nette (ha)	1,29	2,1	
Nb. de logements	70	130	
Densité nette (log/ha)	54	62	
Coefficient de ruissellement	0,58	0,65	
Îlot de bâtiment 4 étages			
Type de densité			Élevée
Superficie nette (ha)			8,17
Nb. de logements			425
Densité nette (log/ha)			52
Coefficient de ruissellement			0,49
Superficie totale de la zone d'habitation disponible (ha)	19,32	14,86	9,34
Superficie totale de la zone d'habitation disponible (%)	62 %	48 %	30 %
Total des logements	477	477	477
Logements moyens à l'hectare	25	32	51
Résultat du Cp	0,50	0,40	0,34

Tableau 4.8 : Impact de la densité nette par type de logement sur le ruissellement

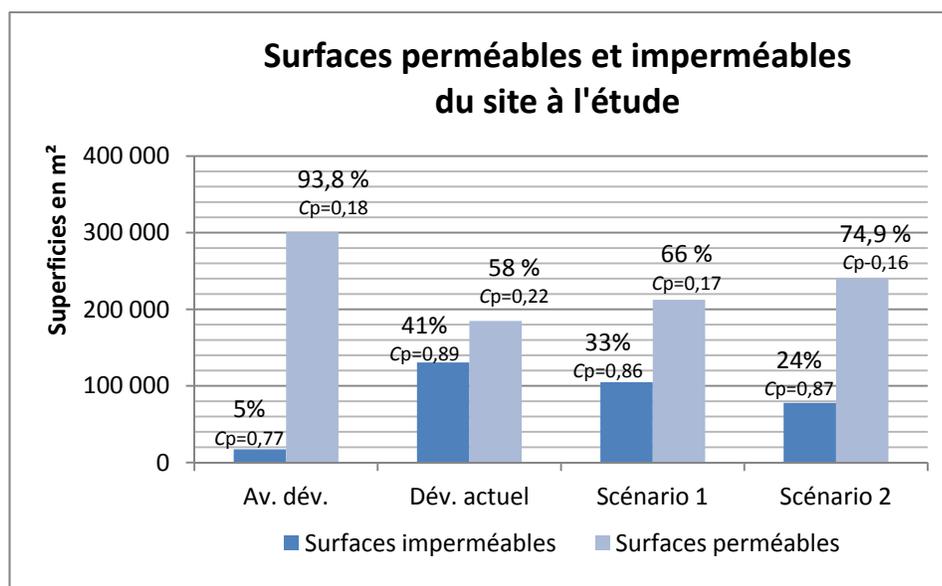
Finalement, le scénario 2 ne compte que deux types de bâtiments soit celui des maisons de villes et celui des habitations de quatre étages, les deux de densité élevée. Dans ce scénario, la superficie totale couverte par les habitations est de 9,35 ha, ce qui correspond à 30 % du site original et à 51 logements à l'hectare.

Après avoir analysé les données sur la densité, nous comprenons que, plus la densité nette est élevée, étant donné un nombre égal de logements, plus la surface de terrain occupée est petite et, en conséquence, plus les surfaces imperméables sont réduites. En effet, même si le même nombre de logements est conservé, soit 477, ceux-ci occupent seulement 30 % du site dans le scénario 2 comparativement à 62 % dans le quartier actuel. Il reste nécessairement plus de terrain perméable libre (principalement le parc à l'extérieur de la zone d'habitation disponible) pour l'infiltration des eaux de ruissellement. L'augmentation de la densité et le changement du type d'habitation de faible à élevé a donc un effet direct sur le résultat du coefficient pondéré.

Le graphique 4.1 illustre le résultat de cette affirmation où sont compilées les quantités de surfaces perméables et imperméables de tout le développement dans

chacune des 4 situations d'aménagement. En effet, on y exprime plus précisément quel pourcentage les surfaces imperméables occupent dans chacune des zones d'habitation (ou grappes d'îlots d'habitation). Les zones d'habitation (incluent les rues), ont été réduites en superficie de 20,4 %, pour le scénario 1, et de 44,33 %, pour le scénario 2⁴⁰.

La diminution des surfaces imperméables s'explique, entre autres, par une économie dans les longueurs et largeurs de rues et dans les aménagements extérieurs, engendrées par la réduction des parcelles. Également le changement vers un type d'habitation plus compact (scénario 2) permet de réduire les zones d'habitation et, par conséquent, les surfaces imperméables.



Graphique 4.1 : Proportion des surfaces perméables et imperméables par rapport à la surface totale du site visé par l'étude de cas

On peut aussi relever la taille réduite des stationnements privés essentiellement occasionnée par un retrait plus rapproché des maisons de la rue. La totalité des surfaces imperméables du développement actuel a donc été réduite de 19,51 % dans le scénario 1 et de 41,46 % dans le scénario 2.

⁴⁰ Calcul des grappes d'habitation : Développement actuel : $59\,793\text{ m}^2 + 196\,939\text{ m}^2 = 256\,732\text{ m}^2$, Scénario 1 : $42\,848 + 161\,504 = 204\,352\text{ m}^2$, Scénario 2 : $50\,988\text{ m}^2 + 91\,928\text{ m}^2 = 142\,916\text{ m}^2$ (données prises dans les tableaux des résultats au chapitre 4).

Le graphique 4.1 trace également le portrait des surfaces perméables qui regroupent essentiellement les gazons, les corridors verts et la zone tampon. Ces surfaces ont augmenté de 12,12 % dans le scénario 1 et de 22,57 % dans le scénario 2 atteignant presque 75 % des superficies totales du site.

En résumé, les zones d'habitation plus concentrées, donc produisant plus de ruissellement, dégagent inversement plus de terrain perméable apte à neutraliser l'effet de la densification sur le résultat des coefficients de ruissellement pondéré. En effet, plus on observe une densification partant de la situation actuelle et allant vers le scénario 2, plus le coefficient de ruissellement pondéré diminue de 0,50 à 0,34.

CHAPITRE 5

BILAN ET DISCUSSION

5.1 SIGNIFICATION ET PORTEE DES RESULTATS

Dans cette section, notre propos portera sur la compilation de nos résultats, à savoir lequel des trois facteurs concoure davantage à la diminution de la production de ruissellement soit : *l'augmentation de la densité, l'organisation spatiale et la nature des surfaces.*

Les résultats du calcul des coefficients pondérés des scénarios étudiés ont fait ressortir que la réduction des espaces alloués aux grappes d'îlots a pour effet d'augmenter les espaces verts sur l'ensemble du site et par le fait même, a un fort impact sur la diminution de la production du ruissellement. En effet, comme le site est en majorité recouvert de surfaces perméables, on peut conclure que le *facteur de la densité*, comprenant l'augmentation des espaces verts, bonifie le potentiel d'infiltration des eaux de surface. L'étude de cas confirme également que la stratégie de l'*Open space design* observée dans les deux scénarios favorise la densification de l'habitat et que la protection des cours d'eau demeure un moyen appréciable pour réduire le ruissellement *à la source* (MPCA, 2008). De plus, la concentration des habitations autour des attraits naturels protégés, réduit l'empreinte écologique d'un site et nous paraît être une méthode «responsable» de planification du développement urbain sans modifier le nombre de logements prévus par le schéma d'urbanisation.

En ce qui a trait au *facteur de l'organisation spatiale*, il s'observe dans les scénarios de deux principales façons : soit par le biais de lots réduits en termes de superficies et organisés en grappes plus concentrées, soit à cause d'une intégration de la végétation dans la trame urbaine. La première découle d'une intention de densifier les habitations, ce qui entraîne une diminution des superficies des grappes d'îlots tout en maintenant le même nombre de logements. Selon les scénarios, le lotissement doit s'adapter aux nouvelles formes de grappes d'îlots obtenues et intégrer les composantes biophysiques et naturelles à protéger.

Bien que l'intégration des surfaces végétales au tissu urbain permette de maximiser le potentiel d'infiltration, les structures vertes (zone de bio-rétention et baissière) utilisées à proximité des surfaces pavées occupent peu d'espace et les résultats liés à ce type d'organisation spatiale peuvent sembler moins perceptibles. En effet, les petites surfaces ont un impact moins important sur le coefficient pondéré que la zone tampon qui est de plus grande superficie. L'objectif principal de ces mesures ne vise pas vraiment à réduire l'ampleur de surfaces imperméables au même titre que les espaces boisés, mais plutôt à permettre à l'eau de s'infiltrer une fois que le ruissellement est **déjà** produit.

Ceci explique que, malgré les résultats de superficies moindres obtenus à la suite de l'utilisation des techniques de gestion des eaux, la présence de surfaces perméables et absorbantes dans le tissu urbain est essentielle puisqu'elles annulent le ruissellement produit *à la source*. Elles sont aussi faciles à insérer dans les petits espaces dans un contexte où la densité est plus élevée. En contrepartie, l'approche de planification, qui consiste à réaliser un secteur d'habitation concentré où la végétation se situe seulement à l'extérieur des grappes d'îlots ou en dehors des centres urbains, comme c'est souvent le cas, équivaldrait à gérer le ruissellement de manière conventionnelle avec tous les impacts négatifs que nous connaissons, incluant les coûts qui en découlent.

Par ailleurs, le facteur qui traite de la *nature des surfaces* joue un rôle primordial sur la production de ruissellement, notamment à l'échelle du quartier : cela est une autre conséquence de l'augmentation de la densité. En effet, la densité entraîne une modification de la nature des surfaces puisque que tous les espaces pavés auparavant sont maintenant convertis en espaces verts. Dans le scénario 2, comme les surfaces occupées par les grappes d'îlots sont diminuées, la majorité des surfaces imperméables sont maintenant concentrées et partagées par la collectivité. Dans ce même scénario, nous avons pu réduire encore davantage les surfaces pavées en proposant des stationnements en souterrain.

À l'échelle de la parcelle, la nature des surfaces est principalement liée aux usages privés, donc à caractère discrétionnaire. L'absence de règlement sur le dimensionnement maximal des surfaces imperméables sur les lots privés entraîne un apport important de ruissellement dans le quartier. Comme il a été observé à la Figure 4.8, une fois les dimensions maximales de surfaces pavées statuées pour chaque type d'habitation, la parcelle présente un pourcentage d'imperméabilité moindre, et ce, malgré qu'elle ait été réduite.

Dans l'ensemble, au terme de cette étude, nous ne pouvons déterminer précisément lequel de ces facteurs a contribué le plus à la réduction du coefficient de ruissellement pondéré. Ils semblent tous avoir joué un rôle. Toutefois, la conception d'un quartier par la stratégie de l'*Open space design*, tel que vu au tableau 2.1, valorise avant tout l'établissement d'un couvert végétal. Celui-ci encourage une concentration des zones d'habitations et une redistribution spatiale des bâtiments qui, ensuite, a pour effet de modifier la nature des surfaces. Pour cette raison, la densification semble jouer un rôle de premier plan dans la gestion des eaux de pluie.

Finalement, pour les fins de notre recherche, nous avons fait le choix de faire concourir à travers des scénarios les trois facteurs ci-haut mentionnés : cela nous paraissait le plus important dans le cadre d'une recherche visant l'acquisition de connaissances générales sur la planification urbaine en regard du ruissellement. De cette manière, nous pouvions tester les limites des concepts de chacun des scénarios en y intégrant toutes les variables. Par l'emploi de plusieurs facteurs, nous avons pu faire des propositions qui favorisent la protection des milieux hydriques tout en fournissant d'autres avantages anticipés de la présence de végétations en milieu urbain. On n'a qu'à penser à la cohésion sociale que procurent les espaces verts collectifs (Honeyman, 2006), l'embellissement des villes (Smardon, 1988; Hudson, 2004; Hough, 2004), la préservation et l'amélioration de la biodiversité locale (McKenny, 2002), la lutte contre les îlots de chaleur (Shin, 2005), etc.

Enfin, une fois la charte des coefficients de ruissellement créée, il est possible d'élaborer des variantes de scénarios et de les comparer toutes sur la même

base. Ce principe pourrait être récupéré afin d'élaborer de futurs scénarios. Un scénario pourrait, à partir du plan du quartier actuel, toucher uniquement *la nature des surfaces* par la réduction des superficies des surfaces imperméables (sur la parcelle et les rues).

Un autre exemple serait celui qui isole uniquement la variable de la *densité*, en proposant différents types d'habitation tout en conservant les largeurs de rues traditionnelles. Un autre scénario pourrait mettre en relief les marges de recul et les marges latérales de manière à analyser uniquement l'impact des lois urbanistiques dans le plan d'ensemble ou, en l'occurrence, une configuration spatiale particulière. En somme, l'intérêt de développer un scénario ou un autre peut dépendre de la discipline à laquelle nous adhérons et du regard qu'elle apporte aux problèmes de ruissellement.

5.2 LIMITES DE L'ETUDE DE CAS

La présente section fait état des limites de la recherche qu'il faudrait considérer dans l'interprétation des données et résultats.

D'abord, rappelons que l'objectif de la comparaison entre les trois scénarios était de comprendre le rôle des trois facteurs en cause dans la production du ruissellement, soit la *densité d'habitat*, *la nature des surfaces* et *l'organisation spatiale*. Ainsi, nous avons examiné le rapport de ruissellement et la combinaison «augmentation des surfaces perméables / réduction des surfaces imperméables». L'enjeu n'était donc pas de modéliser précisément toutes les mesures de gestion des eaux de surface, comme on aurait dû le faire dans le cas d'un projet à concevoir, paramétré et chiffré. Par conséquent, et même si les autres dimensions peuvent être identifiées (problématiques globales), ces mesures n'ont pas été intégrées à la démonstration, cela excédant clairement la portée de l'étude.

De plus, nous ne pouvons prétendre avoir pris en compte dans le détail de tous les aspects de la conception d'un quartier et que les scénarios proposés sont

sécuritaires ou même économiquement viables, nous pouvons cependant affirmer que notre travail s'intéresse à la perméabilité et à l'imperméabilité des sols d'une situation donnée sans toutefois avoir ignoré les aspects importants de la composition d'un ensemble cohérent. Notre réflexion a, entre autres, tenu compte de la nature des sols existants d'après la carte de la géologie des dépôts meubles (Annexe 9) menant à une attribution plus raffinée des coefficients de ruissellement, de la configuration des rues, de manière à conserver une fluidité dans les tracés, de la transition des échelles, d'un point de vue du cadre bâti, des marges de retrait raisonnables à respecter, des aménagements paysagers réalistes qui tiennent compte des circulations piétonnes minimales, d'un nombre de cases de stationnement minimal du fait qu'il existe peu de transport en commun dans ce type de quartier, de la création d'espaces et d'un stationnement collectifs compte tenu de la densité élevée du scénario 2, de l'esthétique du plan d'ensemble, etc. Bref, les deux scénarios d'ensembles résidentiels visent à dépasser les normes en matière de production de ruissellement totale d'un quartier, tout en se référant à des exemples présents dans notre recension des écrits.

Ensuite, nous pouvons relever certaines limites liées à l'attribution des coefficients de ruissellement. Nous nous sommes basée sur le meilleur de notre connaissance du sujet pour justifier chacun des coefficients, mais quelques-uns, entre autres celui de la zone de biorétention dont la valeur est de 0, auraient pu être évalués différemment. Sa valeur a été statuée en tenant compte qu'il ne produisait aucun ruissellement. Cependant, ce type de structures est super absorbant et sa valeur théorique devrait être négative. Devant l'impossibilité d'estimer le coefficient de cette structure, nous avons préféré laisser sa valeur à 0 pour éviter de nous lancer dans une interprétation pouvant être inexacte compte tenu des limites de nos connaissances en hydrologie. Pour cette raison, à notre avis, les scénarios reflètent des résultats de coefficients pondérés plutôt conservateurs. Ce commentaire s'applique également à la baissière herbacée dont la valeur attribuée est de 0,10 en regard du couvert végétal, de sa pente et de son substrat, mais celle-ci devrait

normalement absorber beaucoup d'eau et non en produire (à l'intérieur de certaines limites).

Par ailleurs, de manière plus générale, les coefficients de ruissellement pondérés utilisés en tant qu'indicateurs pour fins de comparaisons des scénarios nous montrent les bénéfices potentiels liés à la création de quartiers alternatifs. D'autres indicateurs tels que le calcul des volumes et des débits pourraient être employés dans le cadre de recherches subséquentes. Ceux-ci seraient d'un tout autre ordre et aurait une tout autre portée sur les résultats.

Aussi, même si les déductions basées sur l'information fournie par les coefficients de ruissellement sont techniquement acceptables pour la comparaison des situations d'aménagement, il n'en demeure pas moins que connaître les performances hydrologiques réelles d'un quartier écologique existant au Québec et de faire un suivi sur plusieurs années, permettrait de cibler les techniques de gestion les plus efficaces dans ce contexte⁴¹.

Également, il existe d'autres techniques vertes que nous aurions pu utiliser dans les scénarios dont, entre autres, celle des toits verts. Nous avons limité nos recherches aux techniques citées au chapitre 3 et n'en n'avons utilisé que deux à travers les scénarios, soit les baissières et les zones de bio-rétention. Les toits verts ne nous semblaient pas applicables dans le contexte résidentiel de banlieue auquel nous nous sommes intéressée en début de recherche, surtout à cause de la forme des toits en pente. Cependant, il est vrai que son implantation dans le quartier, nécessairement sur des toits plats, offre une surface absorbante en plus d'augmenter le couvert végétal du quartier. Ce qui est aussi intéressant, c'est que cette technique a le potentiel d'annuler en totalité ou en partie le ruissellement produit normalement par le bâtiment. Les toits verts pourraient donc être intégrés à un futur scénario et analysés dans le cadre d'une autre recherche.

⁴¹ Je pense, entre autres, aux projets de quartiers résidentiels certifiés LEED comme le Faubourg Bois Briand à Boisbriand et l'écoquartier de la Pointe-aux-Lièvres, le long de la Rivière St-Charles, à Québec dont les travaux pourraient servir de comparables à de futures études.

Par ailleurs, il est important de mentionner que la création d'un ensemble résidentiel est un travail multidisciplinaire et que la concrétisation de chacune des phases d'un projet s'étale sur plusieurs années. Sa création implique jusqu'à une dizaine de professionnels auxquels nous n'avons pas accès pour élaborer cette étude (caractérisation du milieu par les biologistes, vérification des règlements en vigueur et acheminement des demandes d'autorisation par les urbanistes, géomaticiens pour la cartographie du milieu et l'implantation des lots, ingénieurs en infrastructure pour la conception des rues et des systèmes pluviaux, ingénieurs en géologie pour la nature et l'analyse des sols, ingénieur en géotechnique pour la portée des sols lorsque requis, architecte ou entrepreneur pour la conception des habitations et architecte paysagiste, surtout assigné à la conception des parcs et aires de jeux pour enfants). D'autres professionnels peuvent être impliqués dans certains cas précis où le milieu présente des particularités. À ces professionnels s'ajoute une équipe technique munie d'une gamme impressionnante de logiciels informatiques qui comptabilisent et facilitent le travail avec précision, aide dont nous n'avons pu également bénéficier pour cette étude.

CONCLUSION

Au tout début de ce travail, nos observations sur le manque de végétation en milieu urbain résidentiel pour fins de mitigations environnementales nous motivaient à en savoir plus sur ce sujet. Dans certains parcs de quartier, on pouvait voir d'immenses espaces engazonnés, en bonne partie dédiés à des surfaces de jeux intensives, si non, très peu de végétation en général.

Un peu plus tard, nos recherches nous ont amenée à relever les principales lacunes des ensembles résidentiels à faible densité (essentiellement constitués de maisons individuelles) et à en faire état dans le but de mieux comprendre les conséquences de leur implantation. Principalement, la diminution des superficies du couvert végétal ainsi qu'une production excessive d'eau de ruissellement, due à une abondance de surfaces imperméables, ont à priori été identifiées comme étant des effets négatifs du modèle actuel de quartier résidentiel. La prise de conscience de ces deux phénomènes et de leurs impacts sur l'environnement ont donc été le point de départ de la présente recherche.

Pour faire suite à ces constats, nous avons en outre étudié des moyens de diminuer le taux de ruissellement dans les quartiers, par la maximisation du couvert végétal et par l'introduction de surfaces perméables. Tel que vu aux chapitres 2 et 3, on identifie les surfaces perméables traitées dans cet ouvrage par des superficies recouvertes de végétation ou des dispositifs de gestion des eaux pluviales végétalisés, localisés aux endroits stratégiques d'un quartier pour ralentir et infiltrer le ruissellement.

Ainsi, nous avons établi deux principaux objectifs à notre recherche : le premier consistait à dresser le portrait du modèle actuel d'un ensemble résidentiel à faible densité au Québec en étudiant le cas particulier d'un quartier à Ville de Laval. Cet exercice a requis le calcul et l'analyse de toutes les surfaces au sol du quartier, perméables et imperméables, afin de connaître les proportions qu'elles représentent dans nos modes d'occupations résidentielles.

Le deuxième objectif poursuivi a été de présenter deux scénarios de projet de quartiers résidentiels qui offrent différentes alternatives d'aménagement d'ensembles et qui sont inspirées de la stratégie d'aménagement de *l'Open space design* (OSD). Nous nous sommes intéressée à cette stratégie parce qu'elle guide le concepteur de quartier résidentiel dans la préservation d'un maximum de couvert végétal déjà en place sur le site, avant que n'intervienne l'étape de lotissement. Cette phase de conception, qui est celle de d'établir quelles seront les terres libres de construction, est une étape déterminante qui mène à l'effet de la densification d'où découlent les résultats obtenus sur le ruissellement.

La production de ces scénarios devait ensuite mener à comprendre le rôle de trois facteurs en cause dans la production de ruissellement, soit : la *densification de l'habitat*, *l'organisation spatiale*, ainsi que la *nature des surfaces au sol d'un quartier*.

Pour représenter les résultats de manière chiffrée et pour nous permettre d'en tirer des constats, nous avons élaboré un tableau de valeurs de coefficients de ruissellement que nous avons fait valider par la suite par un expert. Chacune de ces valeurs est associée à une surface au sol présente dans les quatre situations d'aménagement. Ce n'est qu'au terme d'un exercice de compilation de données que nous avons pu effectuer une analyse comparative du modèle actuel de quartier et des scénarios proposés. Pour comparer les trois situations d'aménagement de quartiers urbains et pour dégager le rôle des trois facteurs en cause dans la production du ruissellement, nous nous sommes servis du coefficient de ruissellement pondéré (C_p) ainsi que de la densité nette comme indicateurs.

En conclusion, nous allons revenir sur les principaux résultats de notre recherche en présentant, dans un premier temps, une description sommaire des deux scénarios de quartier qui ont été élaborés. Nous aborderons ensuite quelques nouvelles pistes de recherche à explorer.

Aperçu des résultats

L'élément responsable des résultats obtenus repose essentiellement sur l'emploi de la stratégie de l'*Open space design* dans la conception du quartier, appliquée à limiter la production de ruissellement. Principalement, cette stratégie demande de préserver les attraits naturels et boisés existants d'un site avant de tirer les lignes de lots dans les espaces restants. Ce choix de planification urbaine permet de densifier l'habitat au profit de plus grandes superficies d'espaces perméables tel que préétabli dans les objectifs de départ de l'étude. L'objectif principal des deux scénarios est de maximiser le plus possible le couvert végétal. Cependant, l'emploi de cette stratégie exige de maintenir le même nombre de logements que le développement traditionnel le prévoit ce qui assure un contrôle sur l'étalement urbain.

Également, durant la conception de ces scénarios, des pratiques de gestion optimales végétalisées ont été intégrées. Un survol de ces principaux dispositifs, en troisième partie de ce mémoire, a permis de mieux comprendre leur fonctionnement et leurs objectifs respectifs. Deux d'entre eux ont ensuite été sélectionnés pour être incorporés aux scénarios : soit la baissière herbacée et les zones de biorétention. Ils ont, entre autres, été choisis pour la facilité avec laquelle il est possible de les insérer dans le tissu urbain et pour l'apport en surfaces végétales absorbantes qu'ils procurent près des surfaces imperméables. Compte tenu de leurs petites superficies, elles ont cependant peu d'impact sur le coefficient de ruissellement pondéré.

Scénario 1 : Proposition révisée du quartier actuel

Les objectifs plus précis de ce scénario étaient d'abord d'augmenter les superficies de couvert végétal (zone tampon et protection de boisés) tout en conservant ensuite les mêmes types de bâtiments. Ce choix délibéré d'intégrer les mêmes types d'habitation au plan d'ensemble du scénario 1 nous a permis de tenter de les adapter, au moyen de parcelles réduites, à un contexte boisé plus contraignant.

Ce faisant, le nombre de bâtiments de chaque type a été modifié pour s'ajuster à l'espace disponible plus restreint, et ce, tout en respectant le même nombre de logements.

Pour ce scénario, nous aurions pu, à l'inverse de ce qui a été fait, avoir pour objectif premier de densifier la zone bâtie (réduire les parcelles), mais en tentant de conserver le même nombre de bâtiments que celui du quartier actuel. Par la suite, cela nous aurait permis de dégager les superficies disponibles de terrain pour y occuper la végétation (zone tampon, corridors verts). Bien qu'il ait été pertinent de développer ce concept, nous en avons décidé autrement pour ce travail en privilégiant d'adapter la zone de construction des habitations aux terres et boisés protégés préalablement. Cet autre scénario pourrait être développé dans de futures recherches.

Enfin, après avoir réduit les parcelles, les surfaces imperméables et les aménagements, le scénario 1 propose un ensemble d'habitations relativement dense, soit de 32 logements par hectare comparativement à 25 logements par hectare dans la proposition du quartier actuel sans avoir retranché la possibilité de vivre dans une maison unifamiliale. Quant à la superficie totale d'habitation, elle est passée de 62 % pour le quartier actuel à 48 % pour ce scénario. Le coefficient de ruissellement pondéré s'est vu diminué de 0,10 pour atteindre 0,40, ce qui représente un indice concluant quant à la baisse du potentiel de ruissellement pour ce scénario.

Scénario 2 : Proposition qui optimise la densité du quartier

Pour le scénario 2, les critères de départ étaient tout autres. Nous voulions créer un nouveau type d'habitation plus dense et construit en hauteur afin de pouvoir réduire encore plus les zones d'habitation. Cet exercice devait certes nous renseigner sur la diminution potentielle de ruissellement et la densité, mais également sur les avantages qu'offre l'élargissement des limites d'intervention du développement. En effet, en nous inspirant de la stratégie du *Conservation Design*, vue au chapitre 2,

qui préconise de développer en fonction des éléments naturels majeurs, le ruisseau Marineau est devenu le point central d'un seul projet au lieu de traverser deux différents lots appartenant à deux différents propriétaires. Grâce à ce scénario, il est maintenant le lien par lequel les éléments de composition urbaine s'articulent tout en étant protégés.

Outre les bâtiments de quatre étages, d'autres éléments de composition urbaine sont venus se greffer à ce scénario : des corridors verts plus élargis avec sentier au centre, des trottoirs de rues, des aménagements urbains distinctifs tels que la promenade, des stationnements souterrains et un collectif ainsi que des sentiers en forêt.

Finalement, la superficie totale de la zone de terrain perturbé par l'urbanisation est passée de 62 % dans le quartier actuel à 30 % au scénario 2. La densité d'habitation est passée de 25 logements à l'hectare à 51 logements à l'hectare et, pour terminer, le C_p est passé de 0,50 pour le quartier actuel, à 0,40 pour le scénario 1 et à 0,34 pour le scénario 2.

Même si aucun des trois facteurs en cause dans la production du ruissellement n'est ciblé de manière unique, l'étude de cas confirme que l'emploi de la stratégie de l'*Open space design*, qui valorise avant tout l'établissement d'un couvert végétal, a pour effet de concentrer les zones d'habitations. Pour cette raison, le facteur de la *densification de l'habitat* semble jouer un rôle de premier plan dans la production de ruissellement et conséquemment, la gestion des eaux de pluie.

Études ultérieures

À la lumière des scénarios étudiés, on pourrait appliquer les mêmes stratégies d'aménagement au territoire d'une ville, d'une région et en mesurer les impacts sur la qualité de la ressource hydrique et le maintien des milieux naturels. Nous pensons, entre autres, à un aspect qui déborde de l'étude réalisée, mais auquel il serait intéressant de s'attarder, soit la prise en compte du taux de production de

ruissellement à long terme dans l'élaboration de schémas d'aménagement. Ainsi, de nombreuses actions pourraient être considérées aujourd'hui et avoir des répercussions favorables sur le maintien de l'intégrité des milieux naturels dans les années à venir. Aussi, les données sur la production de ruissellement pourraient être regroupées et conservées au moyen d'une banque au fur et à mesure que le développement verrait le jour. Cette banque agirait en support à la conception d'espaces urbanisés dans une perspective plus globale.

Une autre avenue, tout aussi porteuse à explorer, serait d'estimer, dans le processus de conception de nouveaux quartiers, la valeur économique de la présence du couvert végétal dans le calcul de la gestion du ruissellement d'un quartier. Cela pourrait avoir comme conséquence de susciter l'intérêt du public et des villes à préserver plus de superficies perméables lors de la conception d'un lotissement en vue de réduire les coûts liés aux infrastructures pluviales.

On pourra ultérieurement se référer à ce travail pour suivre des pistes de réflexion sur la façon de planifier l'espace urbain à grande échelle et pour gérer le développement en regard du problème de ruissellement et du maintien d'espaces perméables. Même si plusieurs d'entre nous conviennent des bienfaits de préserver la végétation pour différentes raisons, sociales, esthétiques, environnementales, etc., nous espérons que ce mémoire incitera d'autres chercheurs à poursuivre notre recherche et à trouver des balises qui stimuleront le développement et la vie en société de plus en plus écologiques.

BIBLIOGRAPHIE

- Arce, S. (2009). *Conservation de la biodiversité en milieu urbain, mémoire de maîtrise : considérations écologiques et analyse du cas de Montréal, Université du Québec à Montréal, repéré à www.archipel.uqam.ca/2300/1/M10945.pdf*
- Arendt, R.G. (1996). *Conservation Design for Subdivisions : A practical guide to creating open space networks*. Island Press.
- Arnold, C.L. et Gibbons, C.J. (1996). Impervious surface coverage, The emergence of a Key environmental indicator. *Journal of the American Planning Association* , 62 (2), pp. 243-528.
- Balmori, D. (2002). A productive stormwater park. Dans R.L. France, *Handbook of water sensitive planning and design*. Boca Raton, Floride: Lewis publishers.
- BASMAA (Bay Area Stormwater Management Agencies Association). (2003). *Using site design techniques to meet development standards for stormwater quality*. Récupéré sur Bay Area Stormwater Management Agencies Association: http://scvurppp-2k.com/pdfs/0203/c3_related_info/startatthesource/using_sas.pdf
- Baudouin, Y. et Cavayas, F. (2008). *Étude des biotopes urbains et périurbains de la CMM, Volets 1 et 2 : Évolution des occupations du sol, du couvert végétal et des îlots de chaleur sur le territoire de la Communauté métropolitaine de Montréal (1984-2005)*. Dép. de géographie de l'Université de Montréal; Dép. de géographie de l'UQAM. pour le Conseil Régional de l'Environnement de Laval (CRE).
- Bay, S., Greenstein, D. et Tiefenthaler, L. (2004). Toxicity of Parking Lot Runoff After application of Simulated Rainfall. *Archives of Environmental Contamination and Toxicology* , 47, pp. 199-206.
- Benoit, S. (2003). *Profil socio-économique des ex-municipalités 2001*. (V. d. Laval, Éd.) Consulté en octobre 2008, sur Portail de la Ville de Laval: <http://www.ville.laval.qc.ca>
- Biddulph, M. (2007). *Introduction to residential layout*. Burlington, MA : Butterworth-Heinemann.
- Blanchard, C. (1987). Laval Géologie des dépôts meubles. *Géologie des dépôts meubles (1590 carte C)* . Département de génie minéral: École polytechnique.
- BNQ. (2013). Bureau de normalisation du Québec, Lutte aux îlots de chaleur urbains-aménagement des aires de stationnement- Guide à l'intention des Concepteurs (Publication no BNQ 3019-190) repéré à http://www-es.criq.qc.ca/pls/owa_es/ncw_enquete_publicue.liste_promo?p_lang=fr

- Bolund, P. et Hunhammar, S. (1999). Ecosystem services in urban areas. *Ecological Economics*, 29, pp. 293-301.
- Bonneau, D. (2009). Les maisons jumelées et en rangées en plein essor. *La presse* (cahier «Mon toit»).
- Booth, D.B. et Jackson, C. (1997). Urbanisation of Aquatic Systems : Degradation Thresholds, Stormwater Detention, and the Limits of Mitifation. 22 (5), 19.
- Boucher, I. et Fontaine, N. (2010). La biodiversité et l'urbanisation, Guide de bonnes pratiques sur la planification territoriale et le développement durable, ministère des Affaires municipales, des Régions et de l'Occupation du territoire, coll. «Planification territoriale et développement durable», 178 p. [www.mamrot.gouv.qc.ca]
- Brattebo, B. et Booth, D. (2003). Long-term stormwater quantity and quality performance of permeable pavement systems. *Water Research*, 37, pp. p. 4369-4376.
- Brière, F.G. (2000). *Distribution et collecte des eaux, 2e ed.* Montréal: Presses internationales Polytechnique.
- Chaïb, J. (1997). *Les eaux pluviales, gestion intégrée.* Paris: Sang de la terre et Foncier Conseil.
- Chase, V., Deming, L. et Lataviec, F. (1997). *Buffers for wetlands and Surface waters :A guidebook for New Hampshire Municipalities* (éd. 2ième). Concord, NH: Audubon Society of NH.
- Chester, A. et Gibbons, J. (1996, spring). Impervious surface coverage, The emergence of a Key environmental indicator. *Journal of the American Planning*, 62 (2), pp. 243-528.
- Chorlav, Y. (2008, mars 6). *Bulletin Envile express.* (C. r. Montréal, Éd.) Consulté en sept 7, 2008, sur Conseil régional de l'environnement de Montréal: <http://www.cremtl.qc.ca/node.php?id=1011>
- City of Hannover. (2004). *Hannover-Kronsberg handbook, planning and realisation.* Directorate of Environmental Services et Directorate of Construction and Planning, City of Hannover, Germany.
- City of Surrey. (2003). *East Clayton Sustanaibility project.*
- City of Vancouver. (2006). *Schedule A, East Fraser Lands, ofical development plan.* Consulté en 2010, sur http://vancouver.ca/commsvcs/currentplanning/current_projects/east_fraserlands/9393signedversion.pdf
- Clar, M.L. (2002). Applications of low-impact development techniques (Maryland). Dans R. L. France, *Handbook of water sensitive planning and design.* Boca Raton, Floride.

- Claussen, J.C. (2004). *Jordan Cove Urban watershed section 319*. college of agriculture and natural resources University of Connecticut, Department of natural resources management and engineering .
- Claussen, J.C. (2007). *Jordan Cove watershed project, Annual report, National monitoring program project*. Department of natural resources management and engineering, College of agriculture and natural resources, University of Connecticut, Storrs.
- Claussen, J. et Claussen, J.C. (2004). *Jordan Cove Urban watershed*. Annual report, National monitoring program project.
- CMQ. (2010). *Exemples de densité sur le territoire de la communauté métropolitaine de Québec*. Québec: Communauté métropolitaine de Québec.
- Coffman, L.S. (2002). Low-impact development : An alternative stormwater management technology. Dans R. L. France, *Handbook of water sensitive planning and design*. Boca Raton, Floride: Lewis Publishers.
- Condon, P. (2003). *Sustainable urban landscapes site design Manual for BC Communities*. Récupéré sur www.sustainable-communities.agsci.ubc.ca
- Daigle, A. et Poirier, C. (2010). *Le village en haut du ruisseau, Wetland forum 2010*. Consulté en juin 2011, sur <http://www.nbeia.nb.ca/pdf/wetlandpres/PoirierDaigle.pdf>
- Davis, A., Shokouhian, M., Sharma, H. et Henderson, C. (1997). Bioretention Monitoring-Preliminary Data Analysis. *Environmental Engineering Program of the University of Maryland* .
- Direction de l'environnement et du développement durable. (2008). *Bilan environnemental Qualité de l'eau à Montréal*. Montréal.
- Divay, G. et Gaudreau, M. (1984). *La Formation des espaces résidentiels : le système de production de l'habitat urbain dans les années soixante-dix au Québec*. Sillery : Presses de l'Université du Québec.
- Donald C., D. et Kark, S. (2009). Motivations for Conserving Urban Biodiversity. *Conservation Biology* , p. 9 pages.
- Dunnett, N. et Clayden, A. (2007). *Rain gardens : Managing water sustainably in the garden and designed landscape*. Portland, Oregon: Timber Press, inc.
- Environnement Canada. (2006a). *Bilan des habitats*. Consulté en sept 2008, sur Service canadien de la faune Québec: http://www.qc.ec.gc.ca/faune/bilan/html/problematique_f.html
- Environnement Canada. (2006b). *Oiseaux forestiers sensibles à la superficie de l'habitat en zone urbaine ou le guide complet Quand l'habitat est-il suffisant?* (S. c. faune, Éd.) Consulté en septembre 2008, sur SCF Ontario: <http://www.on.ec.gc.ca/wildlife/docs/forestbirdsreport-f.html>

- Environnement Canada. (2004). *Quand l'habitat est-il suffisant? Cadre d'orientation pour la revalorisation de l'habitat dans les secteurs préoccupants des Grands Lacs*. Toronto: Service canadien de la faune - Ontario.
- EPA. (2000, octobre). Low Impact Development (LID) A Literature Review. (EPA-841-B-00-2005) , 35. Washington, DC: Environmental Protection Agency, Office of Water (4203).
- EPA. (2005). *National Management Measures to Control Nonpoint Source Pollution from Urban Areas*. Consulté en mai 2010, sur Environmental Protection Agency: <http://www.epa.gov/owow/nps/urbanmm/index.html>.
- EPA. (1999a). *Preliminary Data Summary of Storm Water Urban Best Management Practices*. EPA-821-R-99-012, Washington D.C.
- EPA. (1999b). *StormWater Technology Fact Sheet bioretention*. Consulté en juillet 2007, sur United States Environmental Protection Agency: <http://www.epa.gov/npdes/pubs/biortn.pdf>.
- EPA. (2006). *Protecting water resources with higher-density development*. (U. E. agency, Éd.) Consulté en sept 2008, sur EPA: <http://www.epa.gov/smartgrowth>.
- EPA. (2007). *Reducing Stormwater Costs through Low Impact Development (LID) Strategies and Practices*. Récupéré sur : USEPA : <http://www.epa.gov/owow/nps/lid/costs07/documents/reducingstormwatercosts.pdf>.
- Faubourg Bois Briand, projet résidentiel. <http://www.faubourgboisbriand.com/>. page consultée : déc. 2012.
- Ferguson, B.K. (1998). *Introduction to stormwater: Concept, purpose, design*. New York, NY: John Wiley & Son, Inc.
- FIHOQ (Fédération interdisciplinaire de l'Horticulture Ornementale du Québec) et APGQ (Association des producteurs de gazon du Québec). (2008). *Implantation et entretien d'une pelouse durable*. Fédération interdisciplinaire de l'Horticulture Ornementale du Québec (FIHOQ).
- Fontaine, N. (2009) *Une nouvelle préoccupation pour la biodiversité urbaine*, Document de veille,978-2-550-62345-8 (PDF seulement). www.mamrot.gouv.qc.ca/pub/.../nouvelle_preoccupation_biodiversite.pdf
- France, R. (2002). *Handbook of water sensitive planning and design*. Boca Raton, Floride: Lewis Publishers.
- Francis, M. (2002). Village Homes : A case Study In Community Design. *Landscape Journal* , 21 (1-02), 23-41.
- Gagnon, É., & Gangbazo, G. (2007, mars). *Efficacité des bandes riveraines : analyse de la documentation scientifique et perspectives*. Consulté en nov

2007, sur Ministère du Développement durable, Environnement et Parcs (Gestion intégrée de l'eau par bassin versant): <http://www.eauquebec.com/eau/bassinversant/fiches/bandes-riv.pdf>

Google Eart, consulté sur <https://maps.google.ca/maps>

Hade, A. (2003). *Nos lacs, les connaître pour mieux les protéger*. Québec: Éditions Fides.

Hansen, A.J., Knight, R. ., Marzluff, J.M., Powell, S., Brown, K., Gude, P. . et al. (2005). Effects of exurban development on biodiversity: Patterns, mechanisms, ans research needs. *Ecological Applications* , 15 (6), p. 1893-1905.

Harris, C.W.et Dines, N.T. (1998). *Time-Saver Standards for landscape architecture : Design and construction data* (éd. second edition). McGraw-Hill Publishing Company.

Honeyman, M.K. (1992). Vegetation and Stress: A comparison Study of Varying Amounts of Vegetation in Countryside and Urban Scenes. *The Role of Horticulture in Human Well-Being and Social Development : A National Symposium* , pp. 143-145.

Hough, M. (2004). *Cities and natural process : a basis for sustainability* (éd. 2nd). New York: Routledge.

Hudson, M. (2004). *Le besoin d'une nature urbaine : un rapport de recherche*.

Jodoin, B. (2003, mai 23). Plan Cadastral parcellaire. *Cadastre du Québec (Échelle 1 : 1000)* . Laval, Ministère des Ressources naturelles.

Kadlec, R. H., & Knight, R. L. (1996). *Treatment wetlands*. Boca Raton, Floride: Lewis Publishers.

Kane, B.P. (2005, mai). Let soak in. *Landscape architecture* , pp. 70-81.

Klein, R. (1979). Urbanization and stream quality impairment. *Water Ressources Bulletin* , 15, pp. 948-963.

Lalande-Borris, Y. (2007, déc). Le cas des stationnements à Montréal :Leurs impacts environnementaux et les aménagements possibles pour les atténuer. 130. Université de Sherbrooke, Québec.

Lapalme, R. (2006). *Protéger et restaurer les lacs*. Bertrand Dumont éditeur, coll. «Bouquins verts»: Bertrand Dumont éditeur inc.

Le Centre d'études sur les réseaux, les transports, l'urbanisme et les constructions publiques (CERTU). (2001). *Composer avec la nature en ville*. Mâçon imprimerie.

- Leonard, H. J. (2007). *Landscape architectural graphic standards*. New Jersey: John Wiley & Sons, inc.
- Liptan, T. et Murase, R.K. (2002). Water gardens as stormwater infrastructure (Portland, Oregon). Dans R.L. France, *Handbook of water sensitive planning and design* (pp. 125-154). Cambridge: Lewis publishers.
- Low Impact Development Center inc. (2007). *Introduction to LID*. Consulté en novembre 2011, sur Urban design tools : Low Impact Development: <http://www.lid-stormwater.net/background.htm>
- Loi sur l'aménagement et l'urbanisme (LAU, art. 117.1 à 117.16)
- Maller, C., Townsend, M., Pryor, A., Brown, P. et St-Leger, L. (2005). Healthy nature healthy people: 'contact with nature' as an upstream health promotion intervention for populations. *Health Promotion International* , 21 (1), pp. 45-54.
- MAMROT, (2013). Ministère des affaires municipales, des Régions et de l'Occupation du territoire La contribution pour fins de parc, dans La prise de décision en urbanisme, Répéré à www.mamrot.gouv.qc.ca/amenagement-du-territoire/guide-la-prise-de-decision-en-urbanisme/financement-et-maitrise-fonciere/contribution-pour-fins-de-parcs
- Marsh, W.M. (2005). *Landscape Planning: Environmental Applications* (éd. 4Th). Hoboken, New Jersey: John Wiley and Sons, Inc.
- McKinney, M. L. (octobre 2002). Urbanization, Biodiversity, and Conservation, *BioScience*. Vol. 52 No. 10
- McPherson, E. et Nowak, D. (s.d.). *Comment quantifier l'incidence arbres: Le projet de Chicago concernant les effets des espaces boisés urbains sur le climat*. Consulté en mai 2010, sur Archives de documents de la FAO, Département des forêts: [http://www.fao.org/docrep/u9300F/u9300f08.htm#comment quantifier l'incidence arbres: le projet de chicago concernant les effet](http://www.fao.org/docrep/u9300F/u9300f08.htm#comment%20quantifier%20l%27incidence%20arbres%3A%20le%20projet%20de%20chicago%20concernant%20les%20effets).
- McPherson, G.E. et Simpson, J.R. (2002). A comparison of municipal forest benefits and costs in Modesto and Santa Monica, California, USA. *Urban forestry & Urban greening*, 1, pp. 61-74.
- MDDEP, (2002). Ministère du Développement Durable, de l'Environnement et des Parcs) . (2002). Eau, Suivi de la qualité des rivières et petits cours d'eau. Consulté en juin 2010, sur Gouvernement du Québec: http://www.mddep.gouv.qc.ca/eau/eco_aqua/rivieres/parties1-2.htm#12.
- MDDEP, (2002). Ministère du Développement durable, Environnement et Parcs) Portrait général de l'eau-Montréal région administrative 06. repéré à [http://www.mddep.gouv.qc.ca/eau/regions/region06/06-mtl\(suite\).htm](http://www.mddep.gouv.qc.ca/eau/regions/region06/06-mtl(suite).htm)

- MDDEP, (2011). Ministère du développement durable de l'environnement et des parcs. 2011. *Guide de gestion des eaux pluviales :Stratégies d'aménagement, principes de conception et pratiques de gestion optimales pour les réseaux de drainage en milieu urbain*. Repéré à <http://www.mddep.gouv.qc.ca/eau/pluviales/guide.htm>.
- Metro Regional Services. (2001). *Creating Livables Streets : Street Design Guidelines for 2040*. Portland, OR.
- Miller, R.W. et Donahue, R.L. (1990). *Soils,An Introduction to Soils and Plant Growth* (éd. Sixth). Englewood cliffs, NJ: Prentice Hall.
- Ministère de l'environnement de l'Ontario (a). (2003). *Stormwater Management Planning and Design Manual* (en anglais seulement), répété sur site web du Ministère de l'environnement de l'Ontario: http://www.ene.gov.on.ca/environnement/fr/resources/STD01_077654.html
- Ministère de l'environnement de l'Ontario. (b) (2003). *Savoir gérer les eaux de ruissellement Une introduction aux principes de gestion des eaux pluviales*. répété sur site web du Ministère de l'environnement de l'Ontario : http://www.ene.gov.on.ca/stdprodconsume/groups/lr/@ene/@resources/documents/resource/stdprod_093039.pdf
- Mitchell, F. (2002). Shoreland buffers : Protecting water quality and biological diversity (New Hampshire). Dans R. L. France.
- Moore, R., Clark, D.W. et Vodopich, D.S. (1996). *Botany* (éd. second edition). WCB/McGraw-Hill.
- MPCA (Minnesota Pollution Control Agency). (2008). *Minnesota Stormwater Manual*. Consulté en janvier 2008, sur Minnesota Pollution Control Agency: <http://proteus.pca.state.mn.us/water/stormwater/stormwater-manual.html>.
- Musy, A. (2003). *Cours "Hydrologie générale"*. (L.d. (HYDRAM), Éditeur, & Ecole Polytechnique Fédérale (EPFL)), Consulté en avril 2010, sur <http://echo2.epfl.ch/e-drologie/>.
- Nations Unies. (2007). *World urbanization prospects: the 2007 revision*. Consulté en juin 2010, sur Population Division of the Department of Economic and Social Affairs of the United Nations Secretariat: <http://esa.un.org/unup>.
- Nowak, D.J., Crane, D.E. et Stev, J.C. (2006, avril). Air pollution removal by urban trees and shrubs in the United States. *Urban Forestry & Urban Greening*, 4 (3-4), pp. 115-123.
- Office québécois de la langue française. (s.d.). Récupéré sur Grand Dictionnaire Terminologique: http://www.granddictionnaire.com/btml/fra/r_motclef/index800_1.asp.

- Oswalt, P. et Rieniets, T. (2006). *Atlas of shrinking cities= Atlas der schrumpfenden Städte*. Ostfildern: Hatje Cantz.
- PAN. (2000). *Les zones tampons riveraines du Canada atlantique*. Consulté en 2007, sur Le Programme d'action national du Canada pour la protection du milieu marin contre la pollution due aux activités terrestres (PAN): <http://www.npa-pan.ca/fr/publications/factsheets/riparian.cfm>
- Panerai, P., Depaule, J.-C. et Demorgon, M. (2005). *Analyse urbaine*. Marseille: Éditions Parenthèses.
- Pauleit, S. et Duhme, F. (2000). Assessing the environmental performance of land cover types for urban planning. *Landscape and urban Planning* , 52, pp. 1-20.
- Prairie Crossing, a conservation community (2009). Consulté sur <http://prairiecrossing.com/index.php>
- Prince George County. (1999). *Low-Impact Development Design Strategies: An Integrated Design Approach*. Manuel, Department of Environmental Resource.
- Prince George's County. (2007). *The Bioretention Manual*. Environmental Services Division, Department of Environmental Resources, MD.
- Rérat, P. (2008). *Densifier la ville, repenser les couronnes*. Consulté en octobre 2010, sur <http://urbanites.rsr.ch/invites/densifier-la-ville-repenser-les-couronnes%e2%80%a6-par-patrick-rerat/>
- Rivard, G. (2005). *Gestion des eaux pluviales en milieu urbain, concepts et applications, 2e édition*. Sainte-Dorothée: Alias communication design.
- Roth, N.E., Allan, J.D. et Erickson, D.L. (1996, vol. 11 no. 3). Landscape influences on stream biotic integrity assessed at multiple spatial scales. *Landscape Ecology* , pp. 141-156.
- Rushton, B. (2001). Low-Impact Parking Lot Design Reduces Runoff and Pollutant Loads. *Journal of Water Ressources Planning and Management* , 127 (3), pp. 172-179.
- SCHL. (2004). Le jardin pluvial pour mieux gérer les eaux de ruissellement dans votre cour. *Les feuillets Votre maison* , 8. (S. c. logement, Éd.) Canada.
- SCHL. (1996-2012). *Les pelouses à faible entretien*. Consulté en 2011, sur SCHL (Société canadienne d'Hypothèque et de Logement): http://www.cmhc-schl.gc.ca/fr/co/enlo/ampa/ampa_004.cfm
- SCHL. (2010). *Perspectives du marché de l'habitation, faits saillants pour la région du Québec*. SCHL.

- SCHL. (2007). *Un plan pour les jours de pluie : Ruissellement des eaux et schémas d'aménagement*. Le Point en recherche, Société canadienne d'hypothèques et de logement.
- Schueler, T. (1987). *Controlling urban runoff : a practical manual for planning and designing urban best management practices*. Washington, DC: Metropolitan Washington water resources planning board.
- Schueler, T. (1994). The Importance of Imperviousness. *Watershed Protection Techniques*, 1 (3), pp. 100-11.
- Shin, D.-H. et Lee, K.-S. (2005). Use of remote sensing and geographical information systems to estimate green space surface-temperature change as a result of urban expansion. *Landscape Ecology*, 1, pp. 169-176.
- Smardon, R. C. (1988, juin). Perception and aesthetics of the urban environment: Review of the role of vegetation. *Landscape and Urban Planning*, 15 (1-2), pp. 85-106.
- St-Amour, S. (2004, Juin). Projet d'habitation dans Ste-Dorothée, des millions pleuvront sur Villas-sur-Rive. (Laval, Éd.) *Connexion Affaire*, 1.
- Stone Jr, B. (2004). Paving over paradise : how land use regulations promote residential imperviousness. *Landscape and Urban Planning* (69), pp. 101-113.
- Stone, B. et Bullen, J.L. (2006). Urban form and watershed management : how zoning influences residential stormwater volume. *Environment and Planning B : Planning and Design*, 33, pp. 21-37.
- The green neighborhood Alliance. (s.d.). *Open Space Residential Design Homepage*. Consulté en nov. 2011, sur Open Space résidentiel design in Massachusetts: <http://www.greenneighborhoods.org/>.
- Toronto and Region Conservation Authority, Credit Valley Conservation Authority (2010) . *Low Impact Development Stormwater Management Planning and Design Guide*. Version 1, Toronto, Ontario, consulté en déc. 2012 sur : Canada.http://www.sustainabletechnologies.ca/portal/alias__rainbow/lang__en/tabID__578/DesktopDefault.aspx.
- U.S. Federal Highway Administration. (1973). *Design of Roadside Drainage Channels* (Vol. Hydraulic Design Series No 4). Washington: U.S.Federal Highway Administration.
- Univ. of Connecticut. (2004). *Jordan Cove Urban watershed, National monitoring program project*. Annual report, Connecticut.
- USDA. (1998). *Chesapeake Bay Riparian Handbook : A guide for Establishing and Maintaining Riparian Forest Buffers*. Morgantown: Forest Service Northeastern Aera -State and Private Forestry.
- Villa sur Rive. (s.d.). Consulté en 2008, sur <http://www.villassurrive.com/>.

- Ville de Laval. (2006). *Étude sur l'évolution démographique à Laval : fiche analytique*. Consulté en 2012, sur Ville de Laval: http://www.ville.laval.qc.ca/wlav2/docs/folders/portail/fr/cartes_statistiques/statistiques/document/fiche_laval_06.pdf.
- Ville de Laval. (2000). Orthophoto. (*Échelle : 1 : 40 000*).
- Ville de Laval. (2007). Orthophoto.
- Ville de Montréal. (2004). Politique de protection et de mise en valeur des milieux naturels. Montréal, Québec.
- Vivre en Ville. (2004). *Vers les collectivités viables [Ensemble multi-supports] : de la théorie à l'action*. Québec: Vivre en Ville.
- Vue, B. (2006). *Récupérer et gérer les eaux pluviales*. Paris: Eyrolles.
- Wasowski A, Wasowski S. (2000). *The Landscaping Revolution*. Chicago : Contemporary Books.
- Whitford, V., Ennos, A. et Handley, J. (2001). "City form and Natural Process"-Indicator for the ecological performance of urban areas and their application to Merseyside, U.K. *Landscape and urban planning*, 57, pp. 91-103.
- Xiao, Q., McPherson, E., Simpson, J. et Ustin, S. (2006). *Hydrologic processes at the urban residential scale*. (L. John Wiley & Son, Éd.) Consulté en 2007, sur Wiley InterScience : http://www.fs.fed.us/psw/programs/cufr/products/4/psw_cufr708_H2OUrbanResScale.pdf.
- Zickler, L. (2002, Juillet 25). Managing stormwater in Pierce County : Kensington Estates case study sheds light on low impact development. *Seattle Daily Journal*.
- Zielinski, J.A. (2002). Open spaces and impervious surfaces : Model development principles and benefits. Dans R.L. France, *Handbook of Water sensitive planning and design*. Boca Raton, Floride: Lewis Publishers.
- Zone d'Intervention Prioritaire (ZIP). (2003). *La contamination des cours d'eau de la CUM par les eaux de débordement*. Consulté en sept 06, 2008, sur Saint-Laurent vision 2000: http://www.slv2000.qc.ca/bibliotheque/lefleuve/vol11no2/zip_f.htm.

ANNEXES

ANNEXE 1 : COMPARAISON DES IMPACTS ENTRE UN QUARTIER PLANIFIÉ DE MANIÈRE CONVENTIONNELLE ET UN AUTRE SELON LE *LID* (EPA, 2005, p. 14-15)

Comparison of Traditional and Low-Impact Development Scenarios in Delaware (continued)			
Table 4.1: Theoretical comparison of conventional and low-impact alternative designs for the Chapel Run site (DE DNREC and the Brandywine Conservancy, 1997). (Reductions are compared to the conventional design.)			
Name	Conventional	Village	Parkway
Layout type	Conventional	Condensed cluster	Lots configured along curving road
Number of lots	142	142	142
Lot size	1/2-acre	1/8-acre	1/4-acre
Areas conserved	None	Woodland and high recharge areas	Woodland and high recharge areas
Percent of site in open space	0%	72.7%	49.7%
Impervious cover	29%	17.7%	14.9%
Impervious cover reduction	—	38%	48%
Street width	28 feet	20 feet	Two one-way lanes 12 feet wide with a pervious median
Undisturbed areas	0%	67.5%	59.6%
Runoff management system	Curb and gutter system that conveys runoff underground to two detention basins.	Swale conveyance system along roads that directs runoff to retention/ infiltration areas with level-spreading devices and low berms. These retention/infiltration areas are located throughout the site. Several village greens established on well-drained soils function as both recreation and infiltration areas.	Infiltration of runoff into depressed median (swales) along streets. Wide oval parkway centers used for retention/infiltration. These areas are designed with overflow piping to prevent flooding.
Average curve number ^a	78	66	65
Peak runoff rate for a 10-yr storm ^a	—	53 cfs	51 cfs
Water budget (gal)			
Precipitation	114,082,682	114,082,682	114,082,682
Runoff	31,584,217	21,812,868	17,782,776
Recharge	31,280,103	34,001,079	35,502,938
Evapotranspiration	51,223,261	58,208,796	60,802,278
Costs ^b			
Total	\$2,460,200	\$1,174,716	\$887,705
Per lot	\$17,325	\$8,273	\$6,259

^a From USDA-NRCS's TR-55 model.

^b Total cost for the Parkway design shown here differs from total cost published in DE DNREC and the Brandywine Conservancy (1997). Total cost shown here is based on itemized costs, provided in Table 4.2. These are conservative estimates, as in most cases additional costs such as grading have not been taken into account.

Comparison of Traditional and Low-Impact Development Scenarios in Delaware (continued)**Table 4.2: Theoretical comparison of itemized costs for conventional and low-impact alternative designs for the Chapel Run site (DE DNREC and the Brandywine Conservancy, 1997).**

Name	Conventional	Village	Parkway
Street			
Length installed	13,388 ft	11,828 ft	7,800 ft
Unit cost	\$150/linear ft	\$85/linear ft	\$85/linear ft
Total cost	\$2,008,200	\$1,005,380	\$663,000
Storm water detention ponds			
Number installed	3	0	0
Unit cost	\$16,000 per pond		
Total Cost	\$48,000	\$0	\$0
Storm water pipe			
Length installed	16,000 ft	2,000 ft	3,000 ft
Unit cost	\$22/linear ft	\$22/linear ft	\$22/linear ft
Total cost	\$352,000	\$44,000	\$66,000
Endwalls/inlets			
Number installed	40	5	10
Unit cost	\$1,300 each	\$1,300 each	\$1,300 each
Total cost	\$52,000	\$6,500	\$13,000
Berms			
Length installed	0	1050 ft	1000 ft
Unit cost		\$10/linear ft	\$10/linear ft
Total cost	\$0	\$10,500	\$10,000
Swales			
Length installed	0	22,570 ft	20,600 ft
Unit cost		\$4.50/linear ft	\$4.50/linear ft
Total cost	\$0	\$101,565	\$92,700
Check dams			
Number installed	0	90	82
Unit cost		\$75 each	\$75 each
Total cost	\$0	\$6,771	\$6,150
Reforestation			
Acres reforested	0	0	12.8
Unit cost			\$2,925/ac
Total cost	\$0	\$0	\$36,855
Total^a	\$2,460,200	\$1,174,716	\$887,705

^a Total cost for the Parkway design shown here differs from total cost published in DE DNREC and the Brandywine Conservancy (1997). Total cost shown here is based on itemized costs. These are conservative estimates, as in most cases additional costs such as grading have not been taken into account.

ANNEXE 2 : TABLEAU TIRÉ DU DOCUMENT : EFFICACITÉ DES BANDES RIVERAINES : ANALYSE DE LA DOCUMENTATION SCIENTIFIQUE ET PERSPECTIVE (GAGNON *ET AL*, 2007)

Tableau 2 Efficacité de rétention des éléments nutritifs et des sédiments par les bandes riveraines

Auteurs	Lieu	Largeur de la bande riveraine (m)†	Efficacité de rétention (%)			Type d'expérience
			Sédiments	Azote total	Phosphore total	
Dillaha et autres (1989)	États-Unis	4,5	70	54	61	Parcelles expérimentales
		9,1	84	73	79	
Magette et autres (1989)	États-Unis	4,6	66	0	27	Parcelles expérimentales
		9,2	82	48	46	
Dosskey et autres (2002)	États-Unis	35	43	n. d.‡	n. d.	Bassin versant
		12	15	n. d.	n. d.	
		10	23	n. d.	n. d.	
		9	34	n. d.	n. d.	
Daniels et Gilliam (1996)	États-Unis	3-27	80	50	50	Bassin versant
McKergow et autres (2003)	Australie	Variable	90	n. d.	Aucun changement	Bassin versant
Duchemin et autres (2002)	Canada	3-9	87-90	69-96	30-78	Parcelles expérimentales

† Les largeurs de bande indiquées correspondent à un côté du cours d'eau, mesuré à partir de la berge.

‡ Donnée non disponible

Tableau 3 Efficacité de rétention des sédiments par les bandes riveraines en fonction de la pente

Auteurs	Largeur de la bande riveraine (m)†	Pente du terrain (%)	Efficacité de rétention (%)
Dillaha et autres (1988)	4,6	11	87
	4,6	16	76
	9,1	11	95
	9,1	16	88
Dillaha et autres (1989)	4,6	11	86
	4,6	16	53
	9,1	11	98
	9,1	16	70
Magette et autres (1989)	4,6	3,5	66
	9,1	3,5	82
Peterjohn et Correl (1984)	19	5	90
	60	5	94
Young et autres (1980)	21,3	4	75-81
	21,3	4	66-93

† Les largeurs de bande indiquées correspondent à un côté du cours d'eau, mesuré à partir de la berge.

ANNEXE 3: EXEMPLE DE DIFFÉRENTS TYPES DE LOGEMENTS AYANT LA MÊME DENSITÉ (CMQ, 2012, p. 24-25)

LÉVIS
MRC de Lévis

Densité nette : 41,5 log/ha
Densité brute : 36,5 log/ha

Secteur : Saint-Nicolas / rue Gabrielle-Roy



Nombre de bâtiments	42
Nombre de logements	257
Superficie occupée par des parcs	–
Superficie occupée par d'autres usages	–
Superficie occupée par l'emprise des rues	0,8 ha
Superficie occupée par les terrains	6,2 ha
Superficie totale du secteur	7,0 ha

Typologie	Nombre de logements	%	Nombre de bâtiments	%	Superficie moyenne des terrains (m ²)
Unifamiliale					
Isolée					
Jumelée	16	6 %	8	19 %	582
En rangée					
Sous-total	16	6 %	8	19 %	
Bifamiliale					
Multifamiliale					
3 et 4	40	16 %	10	24 %	1205
De 5 à 9	93	36 %	15	36 %	1403
10 et plus	108	42 %	9	21 %	2166
Sous-total	241	94 %	34	81 %	
TOTAL	257	100 %	42	100 %	



FOSSAMBAULT-SUR-LE-LAC

MRC de La Jacques-Cartier

Densité nette : 40,9 log/ha
Densité brute : 25,9 log/ha

Secteur : Rue Laliberté



Nombre de bâtiments	28
Nombre de logements	28
Superficie occupée par des parcs	–
Superficie occupée par d'autres usages	–
Superficie occupée par l'emprise des rues	0,4 ha
Superficie occupée par les terrains	0,7 ha
Superficie totale du secteur	1,1 ha

Typologie	Nombre de logements	%	Nombre de bâtiments	%	Superficie moyenne des terrains (m ²)
Unifamiliale					
Isolée	28	100 %	28	100 %	245
Jumelée					
En rangée					
Sous-total	28	100 %	28	100 %	
Bifamiliale					
Multifamiliale					
3 et 4					
De 5 à 9					
10 et plus					
Sous-total					
TOTAL	28	100 %	28	100 %	



ANNEXE 4 : DÉTERMINATION DES VALEURS DE COEFFICIENTS DE RUISSELLEMENT C POUR CHAQUE TYPE DE SURFACE IDENTIFIÉ

Dans cette Annexe, les valeurs de C sont détaillées par ordre croissant allant de la surface la plus absorbante à la surface la plus imperméable.

Forêt ou boisé :

Ferguson propose un C variant entre 0,10 et 0,30 pour représenter le ruissellement d'une forêt. Plus une forêt est mature, plus son C tend vers le chiffre le plus petit. On peut s'attendre à une absorption maximale et à un ruissellement minime. Plus la forêt est jeune (7 à 12 m de hauteur environ), plus le C se rapprochera du 0,30 et aura tendance à retenir un peu moins d'eau. D'autres facteurs, comme le type de sol, ici argileux, et l'inclinaison des pentes, dans ce cas-ci jugée plutôt faible, sont pris en compte dans l'attribution du C .

Rappelons que la forêt ou le boisé est une surface de végétation «naturelle» offrant beaucoup de rétention et d'absorption par rapport à n'importe quelle autre. Cette surface est d'ailleurs souvent représentée comme étant une surface témoin (situation avant développement) par les professionnels de l'aménagement pour désigner l'objectif de volume et de débit à atteindre après développement. Cette valeur devrait donc apparaître tout en haut du tableau. Un C de 0,15 lui a été attribué en fonction de la présence d'une végétation qui nous a semblé moyennement mature. Cette constatation a été relevée à partir de photos aériennes prises avant le développement⁴². Comme cette végétation n'est plus visible sur le site, il est maintenant difficile de l'identifier avec exactitude. Cependant, une portion du site destinée dans le futur à la construction d'appartements est laissée présentement à l'état naturel et se situe non loin de la zone d'étude. Il nous a donc été possible de connaître approximativement l'âge de cette végétation et de la comparer à celle qui existait avant la construction sur le terrain. Notons que nous avons relevé une

⁴² Toutes les valeurs attribuées à la végétation quelles qu'elles soient sont réparties sur la base d'une végétation à mi-chemin de son cycle de croissance, donc ne constituent pas la rétention maximale si on considère que la végétation évoluera dans le temps. Cela est à prendre en considération dans la lecture du C pondéré obtenu pour chaque scénario.

dizaine d'îlots boisés dans la zone d'étude dont le principal se trouvait au centre du terrain, aux abords des milieux humides.



Principal îlot boisé du terrain avant le début de la construction en 2000.
(Google Earth, 2002)



Exemple de végétation non loin de la zone d'étude (au fond de la photo) ayant les caractéristiques d'un boisé de moyenne maturité. Photo prise par l'auteur, en 2007.

Friche :

Brière a établi une valeur de 0,10 à 0,30 pour la friche. Encore une fois, l'écart est assez important et reflète les différentes formes de friches existantes. Pour cette étude, la définition de la friche employée correspond à ce qu'on pourrait appeler une friche de type arbustive, majoritairement composée d'arbustes et de petits arbres en croissance. Nous lui avons attribué une valeur de 0,18, légèrement plus élevée que le boisé où les arbres ont atteint une certaine maturité.



Photo aérienne où l'on peut voir dans le haut un secteur identifié comme une zone de friche arbustive. La partie du bas de la photo représente un exemple de boisé témoin se trouvant hors des limites de la zone d'étude (Figure 4-3) (Google Earth, 2002).

Prairie herbacée :

Ferguson attribue une valeur de 0,10 à 0,40 pour la prairie herbacée, ce qui laisse encore une fois place à interprétation. Pour l'attribution de ce *C*, nous avons considéré la définition suivante : «formation végétale herbeuse, naturellement dépourvue d'arbres, s'étendant le plus souvent sur des terres sans relief très marqué⁴³».

Majoritairement recouverte d'herbages, la prairie retiendra donc un peu moins d'eau que la friche où la végétation est composée d'arbrisseaux et d'arbustes aux racines et aux feuillages plus abondants. La valeur de la prairie herbacée a donc obtenu le *C* de 0,20.

On retrouve la prairie herbacée dans le scénario du promoteur, principalement près du ruisseau Marineau dans le parc central et près de la Rivière-des-Prairies.



Photo identifiant la prairie herbacée située à quelques endroits dans le développement, principalement dans les parcs riverains. Ici, près de la Rivière-des-Prairies. Photo prise par l'auteure, 2007.

⁴³ Office de la langue française : Grand dictionnaire terminologique



Figure : Photo identifiant la friche herbacée située aux abords du ruisseau Marineau dans le parc central du développement à l'intérieur de la ligne de crue de 20 ans. Photo prise par l'auteur, 2010.

Gazon pente moyenne :

Selon Brière (2000) et Rivard (2005), le gazon d'une pente moyenne en sol argileux correspond à un C de 0,18 à 0,22. Ces deux auteurs suggèrent un écart de valeur assez restreinte qui ne varie donc pas beaucoup compte tenu de ce type de sol. Le gazon étant un tapis végétal dense de petite hauteur, il n'offre pas beaucoup de rugosité (n) donc de retenue comparativement à la prairie herbacée qui, elle, est composée de hautes graminées dont on ne fait pas l'entretien la plupart du temps (environ une tonte par année). Elle a donc un plus fort potentiel de captage que le gazon. Au contraire, le gazon est généralement reconnu pour être une surface entretenue, donc tondue plusieurs fois durant la saison.

D'autre part, les pentes engazonnées que l'on retrouve dans ce genre de développement résidentiel sont moyennement inclinées (2 % à 7 %), par exemple, celles des pentes d'écoulement partant de la maison vers la rue (2 %). D'ailleurs, le site ne présente pas une topographie accidentée dans l'ensemble. Enfin, les sols naturels en place sur le site sont plutôt argileux. Une valeur de 0,22 a donc été attribuée aux surfaces de gazon.



Aménagement en façade de maisons en rangées, composé de gazon et d'érables de Norvège (acer platanoïdes) « Crimson King ». Photo prise par l'auteur, 2010.



Exemple de surface de gazon que l'on retrouve sur un lot résidentiel. Photo prise par l'auteur, 2010.

Surface en gravier :

Brière (2000) propose un C de 0,15 à 0,30 pour les surfaces en gravier. Une simple surface de gravier peut varier en C selon son utilisation. Elle sera composée de petits gravillons si elle est conçue pour un passage piétonnier, alors qu'elle en

contiendra de plus gros et en plus grande épaisseur pour le passage véhiculaire notamment. Le degré de compaction ne sera pas non plus le même.

On retrouve plusieurs petits chemins de gravier pour piétons dans le développement actuel. Un chemin pour piétons n'est pas aussi compacté qu'une route pour véhicule, mais renferme tout de même un certain degré de compaction : cette surface s'est vue attribuer un C de 0,25.



Sentier de gravier sillonnant le parc central. Photo prise par l'auteur, 2007.

Gravier en pente forte (100 %) :

Le scénario 2 du promoteur renferme également des surfaces de gravier de gros format (env. 250 mm de diamètre) non compacté pour stabiliser les pentes de 100 % de part et d'autre du ruisseau Marineau. L'assise du ruisseau a été retravaillée en vue de recevoir un fort débit d'eaux de ruissellement. Comme cette structure permet une certaine infiltration à travers ses interstices et que les pentes sont très fortes, un C de 0,22 a donc été attribué. On remarquera que ce C est le même que celui pour le gazon reposant sur un sol argileux de pente moyenne, ce qui est logique

étant donné la particularité drainante qu'offre le gravier par rapport au sol en place, même s'il est recouvert de végétations.



Photo présentant le travail d'enrochement (à l'avant) de la rive du ruisseau où sont dirigées les eaux de ruissellement. On peut voir des travaux de génie végétal au fond de la photo. Photo prise par l'auteur, 2010.

Plusieurs tronçons du ruisseau Marineau sont non végétalisés et sont couverts d'un empierrement. Par contre, d'autres tronçons ont été aménagés au moyen de techniques impliquant le génie végétal, soit la technique en palier (au fond de la photo) qui favorise un recouvrement végétal des pentes dès la première année. À titre indicatif, différentes techniques mixtes (enrochement dans le lit de la rivière et végétation dans les talus par exemple) peuvent être employées pour réhabiliter un cours d'eau selon différentes situations que le milieu présente et des conditions imposées (embâcle, glace, vitesse d'écoulement pluviale, etc.).

Chemins de terre battue :

On retrouve un sol dénudé principalement dans les chemins du premier scénario d'avant développement. Pour cette surface, Ferguson suggère entre 0,20 et 0,90 selon principalement le degré de compaction et de composition du sol. Dans le

cas présent, une terre argileuse compactée par le passage des voitures laisse peu d'eau la pénétrer. De plus, cette surface est plutôt lisse. Pour ces raisons, on lui a attribué un C de 0,70 considérant son faible potentiel d'infiltration. Le C ne pourrait pas atteindre la valeur la plus élevée de toute façon, si l'on tient compte que, à l'époque d'avant le développement, ces chemins étaient peu fréquentés : ils avaient été laissés à l'abandon et servaient de transit entre la rue du bord du fleuve et la Rivière-des-Prairies par les propriétaires ou reliaient l'autre quartier adjacent. Ils étaient aussi parfois empruntés par des véhicules tout terrain, par conséquent, la compaction du sol ne dépassait pas celle supportée par ce type de véhicule. Certains de ces chemins dataient du temps où des serres en cultures étaient présentes sur le site et étaient empruntées par les travailleurs.

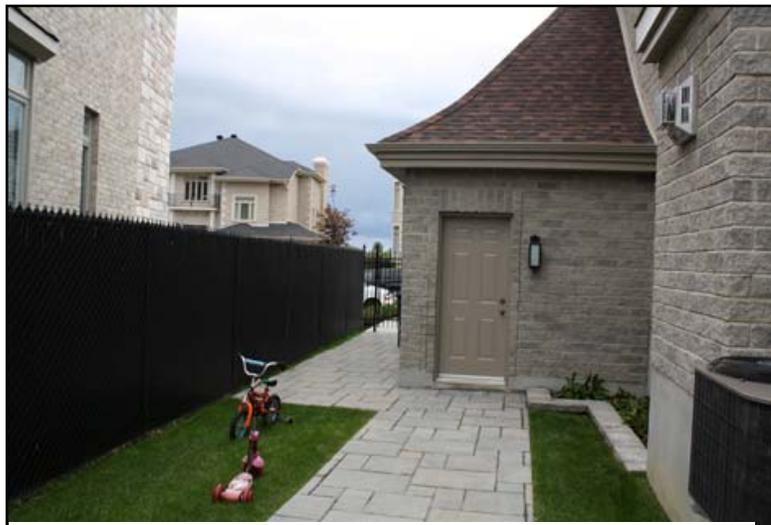


Chemins de terre battue, vue aérienne. Situation avant développement, année 2002.
(Google Earth, 2002)

Pavage de béton :

Aucun pavé de briques n'a été utilisé comme surface au sol dans les scénarios, cependant toutes les entrées de stationnement sont faites de pavé uni de béton, matériau plus prisé de nos jours pour sa durabilité. On s'est donc servi du C de 0,70 à 0,85 proposé par Brière (2000) pour la brique afin d'établir celui du pavé uni. Il a lui aussi de petits joints entre chaque bloc laissant pénétrer un peu d'eau.

Une valeur de 0,80 a ainsi été attribuée à cette surface pour celles qui sont non connectées au réseau d'égouts pluviaux. On entend par surfaces non connectées celles faisant partie des aménagements extérieurs à l'arrière des résidences comme les terrasses ou certains sentiers qui s'écoulent et se drainent dans le gazon. Les surfaces de pavé connectées au réseau d'égouts pluviaux sont celles que l'on retrouve en façade des maisons, comme les stationnements ou les allées des entrées principales. Ces surfaces se sont vue attribuer un C de 0,90, soit presque autant que celui de la rue (0,95) puisque les eaux terminent leur course dans un puisard et le milieu récepteur.



Exemple de pavage non connecté situé sur le côté et à l'arrière d'une maison résidentielle *Distinction*. Photo prise par l'auteure, 2010.



Exemple de pavage connecté situé en façade d'une maison *Confort*. Du côté gauche, le pavé uni renvoie les eaux vers la rue et, du côté droit, le stationnement en pente vers la maison dirige les eaux pluviales vers un drain connecté avec le réseau pluvial souterrain. Photo prise par l'auteure, 2010.

Toiture :

La pluie qui tombe sur les toitures était autrefois connectée directement au réseau d'égouts pluviaux. De nos jours, les pratiques de gestion des eaux pluviales ont évolué. On n'encourage plus le raccordement de l'eau de la gouttière au réseau pluvial, ceci afin de moins engorger le réseau. À l'intérieur du quartier actuel, et de manière répandue dans le secteur résidentiel depuis quelques années au Québec, la gouttière déverse son eau sur le gazon au moyen d'un tuyau d'extension. Le C attribué par Brière (2000) et Rivard (2005) se situe entre 0,75 et 0,95. On a donc tranché en faveur d'un C de 0,85, soit une valeur moyenne en raison de l'aspect non connecté de cette surface malgré qu'elle soit imperméable.



Un exemple de gouttière (ligne beige) d'un toit d'une rangée de duplex dirigée vers une surface de gazon. Photo prise par l'auteur, 2010.

Rue en asphalte :

Enfin, la valeur la plus élevée du tableau est attribuée aux rues, surfaces abondantes dans les nouveaux développements résidentiels, qui sont responsables en grande partie de l'importance et de la mauvaise qualité du ruissellement urbain. Les trois auteurs ont eu recours à des valeurs variant entre 0,70 et 0,95 pour l'asphalte

des rues. Une valeur de 0,95 a été attribuée aux rues puisqu'elles représentent des surfaces totalement imperméables dont l'écoulement est pris en charge par le réseau.



Exemple de rue d'une largeur de 9 m avec bordures et puisards collecteurs.
Secteur maisons *Distinction*. Photo prise par l'auteur, 2010.

Mixité de surfaces :

Tous les ouvrages de référence proposent des coefficients de ruissellement de surfaces mixtes. On peut lire des listes d'occupation de sol commerciale, résidentielle, industrielle, terrain de jeux, parc, cimetière, etc., qui regroupent un ensemble de surfaces que l'on a combinées pour donner un écart approximatif de C_p . Comme exemples, pour le secteur résidentiel, on attribue un C de 0,25 à 0,40 à des maisons unifamiliales isolées, un C de 0,60 à 0,75 pour les maisons de ville, etc. D'ailleurs, ces valeurs sont davantage utilisées dans la pratique professionnelle d'ingénierie lorsque les surfaces imperméables sont uniformément réparties sur le territoire d'un bassin versant. En effet, il est rare que l'on calcule de manière individuelle les superficies de chaque surface d'un développement résidentiel comme nous l'avons fait ici, dans le cadre de cette étude. Normalement, on se fie plutôt aux C de surfaces mixtes qui sont plus simples et, surtout, plus rapides à l'usage.

Pour les besoins de cette recherche, le coefficient de surfaces mixtes variant entre 0,20 et 0,35 de Brière (2000) et Rivard (2005) ont été un point de départ de notre réflexion. En effet, le terrain de jeux prévu dans le scénario du promoteur est composé de structures de métal pour les balançoires, d'échelles, etc., et d'une surface au sol de copeaux de bois. Le C pour cet élément du tableau des coefficients de ruissellement se verra donc attribuer la valeur de 0,30.



Espace de jeux pour enfants. Photo prise en hiver par l'auteur, 2009.

Les autres éléments :

D'autres surfaces non décrites jusqu'à présent ont fait l'objet d'une réflexion quant à leur valeur de coefficient de ruissellement. Il s'agit, entre autres, des surfaces entourant les structures de gestion des eaux pluviales intégrées au scénario 2, absentes des ouvrages de référence. Il reste donc à préciser les C du jardin pluvial, de la baissière herbacée, du corridor vert, mais aussi celles des surfaces des cours d'eau Marineau et les piscines des résidents se trouvant sur les propriétés.

Pour les piscines, le même principe s'applique que dans le cas des milieux récepteurs, c'est-à-dire que tout apport de précipitation s'additionnant au volume existant de l'eau d'une piscine n'est pas infiltré. Il sera contenu par le bassin en question ou se déversera automatiquement dans une canalisation. Il est à noter que le

niveau de l'eau libre de la piscine ou d'un bassin de rétention peut baisser de façon notable lors d'une canicule par évaporation, laissant place à un espace d'accumulation. On n'aura cependant pas tenu compte du facteur d'évaporation pour attribuer le coefficient de ruissellement. Le C a été établi à 0,99, soit un ruissellement total et complet puisque l'on suppose que l'eau ne fait que s'emmagasiner au-dessus du niveau de l'eau déjà présente (Brière, 2000).



Beaucoup de piscines creusées sont présentes dans ce développement. On peut d'ailleurs en distinguer deux derrière les clôtures opaques. Photo prise par l'auteure, 2010.



Tronçon de la rivière et bassin de rétention végétalisés annexé. Photo prise par l'auteure, 2010.

ANNEXE 5 : PROFIL SOCIO-ÉCONOMIQUE DE L'EX-MUNICIPALITÉ 2001 : SAINTE-DOROTHÉE (BENOITS, 2009, SUR : [HTTP://WWW.VILLE.LAVAL.QC.CA](http://www.ville.laval.qc.ca))

Traits dominants

« Depuis 15 ans, Ste-Dorothée est en pleine ébullition sur le plan de la construction résidentielle et sa croissance démographique a été la plus importante de la période 1996-2001 avec un gain de 18,2 % qui a fait passer sa population à 22 463 habitants ».

Favorisée par son attrait sur les jeunes familles, Ste-Dorothée est très peu affectée par le vieillissement démographique. De 1996 à 2001, la proportion de personnes âgées est passée de 9,4 à 9,7 % et l'âge moyen de 35,1 à 35,5 ans, des niveaux parmi les plus bas à Laval. La croissance de Ste-Dorothée s'accompagne de changements notables sur le plan de sa composition ethnique et linguistique. En 1996, la proportion de francophones est passée de 78,1 à 74,2 % et celle des personnes nées à l'étranger de 12,4 à 13,4 %, une des plus élevées à Laval. Sur le plan de la confession religieuse, 81% de la population se déclare catholique. Le développement résidentiel des dernières années a consolidé le caractère résolument unifamilial des logements de Ste-Dorothée, qui se compose à 85,1 % de maisons de ce type. Ce parc de logements est un des plus neufs, car près de 56 % des bâtiments ont été construits depuis 1981 et la valeur moyenne des logements habités par leur propriétaire est une des plus élevées à 144 491 \$. La proportion de ménages propriétaires a augmenté en 2001 pour atteindre 83,2 %. La structure résidentielle du quartier favorise le caractère très familial des ménages qui a peu évolué depuis 5 ans alors que 82,6 % des ménages sont de type familial. Le nombre de familles monoparentales a augmenté sensiblement en 2001, mais elles demeurent à 11,4 % à un niveau relativement bas par rapport aux autres quartiers.

Les caractéristiques socio-économiques de Ste-Dorothée sont celles d'un des quartiers les plus favorisés à Laval. Ainsi, 29,5 % de la population de 20 ans et plus a atteint le niveau universitaire et 83 % a atteint au moins le niveau du diplôme

secondaire. Le taux d'activité des femmes est un des plus élevés à 67,2 % et le taux de chômage est plus bas que la moyenne, soit 4,8 %.

La main-d'œuvre du quartier se concentre dans le secteur des services (78,2 %) et le principal groupe professionnel représenté est celui des affaires, de la finance et de la gestion (21 %). Cependant, on observe une proportion de 16 % de gestionnaires, une des plus élevées à Laval. Un fait est à noter, seulement 31,3 % de la population active de Ste-Dorothée travaille à Laval.

Enfin, les ménages et les familles du quartier touchent des revenus très élevés qui ne sont dépassés que par ceux de Laval-sur-le-Lac et des Îles-Laval avec respectivement 74 749 \$ et 79 825 \$. La proportion de personnes vivant sous le seuil de faible revenu est également très basse, soit 8,7 %.»

ANNEXE 6 : PHOTOS AÉRIENNES UTILISÉES POUR L'ÉTUDE

Photo 1 : Site avant développement: www.google.ca, date de l'image satellite 24/10/2002, consultée entre 2006 et 2012



Photo 2 : Site avant développement (Orthophoto, Ville de Laval, 2000)

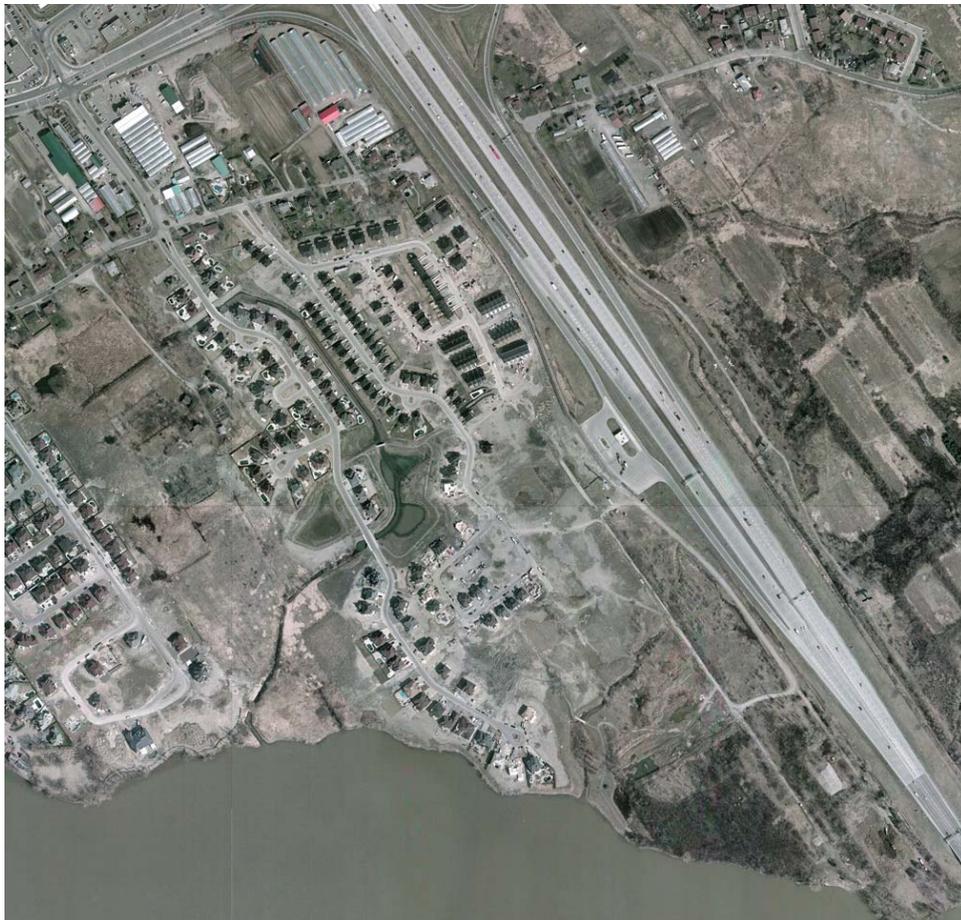


Photo 3 : Site durant la construction (Orthophoto : Ville de Laval, 2007)



Photo 4 : Site en construction : www.google.ca, date de l'image satellite : 2008, consultée entre 2008 et 2012

ANNEXE 7 : ARTICLES DE JOURNAUX SUR VILLAS-SUR-RIVE (ST-AMOUR, 2004, WWW.LSR.CA)

Les millions pleuvront sur Villas-sur-Rive

Projet d'habitation dans Ste-Dorothée

Deux cent millions de dollars, voilà la valeur qui sera créée d'ici 2010 aux abords de la rivière des Prairies dans le quartier Ste-Dorothée, théâtre d'un des plus importants projets résidentiels en cours au Québec.

Stéphane St-Amour
stamours@transcontinental.ca

Une rencontre de presse tenue le 31 mai livrait les détails de ce mégadéveloppement domiciliaire, détails qu'on pouvait

lire dans notre édition spéciale portant sur les principaux chantiers de construction publié en mars dernier.

Selon la vice présidente développement immobilier du Groupe LSR et gestionnaire de Villas-sur-Rive, Annie Lemieux a indiqué que 67 des 220 unités prévues à la phase initiale avaient déjà trouvé preneur et que les premières maisons uni-familiales allaient être livrées au cours de l'été.

À maturité, l'ensemble résidentiel qui s'étendra sur une superficie de quatre millions de pieds carrés au quadrant sud-

ouest du chemin Bord-de-l'Eau et de l'autoroute Chomedey comptera plus d'un millier d'unités d'habitation.

La mise en valeur de l'environnement est au cœur du projet Villas-sur-Rive, insiste Mme Lemieux. « Outre la proximité des berges de la rivière des Prairies, les résidents de ce nouveau quartier profiteront d'un aménagement paysager composé de parcs et de zones de verdure pour lesquels a été consacrée une somme de près de trois millions de dollars ». En tout, ces zones naturelles de préservation compteront pour 15 % de l'ensemble du projet.

Diversité et homogénéité

Les trois phases de Villas-sur-Rive se confondront en deux secteurs distincts, l'une abritant les résidences dites de confort et l'autre les habitations de prestige.

Les acheteurs du premier groupe pourront choisir entre les cinq constructeurs affiliés au Groupe LSR, tandis que les autres auront le privilège de sélectionner leur propre constructeur. Toutefois, tous devront soumettre les plans de conception de leur maison à un comité externe d'architecture intégrée afin de préserver l'homogénéité de chaque secteur.

Par ailleurs, le projet compte trente et un terrains de prestige avec vue imprenable sur la rivière dont plusieurs offrant un accès direct aux berges et la possibilité d'y aménager un quel privé. La superficie de ces lots privilégiés oscille entre 7 000 et 25 000 pieds carrés et le prix de départ se chiffre à 143 000 \$, infrastructures incluses.

Marina, belvédère et espaces verts

Au nombre des points d'intérêt majeurs autour desquels ce projet domiciliaire s'articulera figurent une marina, un belvédère et une aire de détente. À l'entrée du projet, une promenade jalonnée d'arbres, à savoir un sentier piétonnier jumelé à une piste cyclable sillonnera l'ensemble résidentiel et mènera directement aux berges de la rivière qu'on entend bien se réapproprier.

CDP Capital dans le coup

CDP Capital-Conseil immobilier, une filiale de la Caisse de dépôt et placement du Québec, est le partenaire financier du Groupe LSR dans cette grande aventure d'investir dans ce projet avant tout parce qu'il répond à nos critères d'investissements et de gestion de portefeuille, mais aussi parce que nous voyons en le Groupe LSR une équipe qui a l'expérience requise et la capacité de mener à bien un projet de cette envergure », a déclaré le premier vice-président Richard Dansereau. Incidemment, le bras immobilier de la CDPQ connaît bien le Groupe LSR pour avoir participé à quelques-uns de ses projets dont celui de L'Esplanade de l'île à l'île des Sœurs et un autre en Pologne.

Au terme de ses trois phases de développement, Villas-sur-Rive regroupera à la fois des maisons unifamiliales, des maisons de ville, des condominiums et des résidences pour personnes de 55 ans et plus.



affaires connexions
Laval

Directeur régional : Serge Lemieux
Éditeur : André Villeneuve
Directeur de l'information : Stéphane St-Amour
Conseillère en stratégies publicitaires : Marjolee Giasson
Représentante interne : Johanne Faucher
Photographe : Serge Desrosiers
Graphisme : Imogral Laval
Impression : Imprimeries Transcontinental D.E. Inc.
10807, rue Mizabeau, Anjou, Qc., H1J 1T7, Division Transmag
Distribution : Distribution Transcontinental Inc., Publ-Soc. Montréal
Publié par : Médias Transcontinental S.E.N.C. Président André Préfontaine
www.medias-transcontinental.com



Les opinions exprimées dans nos pages par nos collaborateurs ne sont pas nécessairement celles de la direction du journal. Toute reproduction directe ou déguisée est interdite sans la permission écrite de la direction.

189, avenue Laval, Laval, Qc. H7N 3Y8 (450) 667-4360 • Téléc. (450) 667-9498
connexionsaffaires@transcontinental.ca

Article paru dans le cahier Mon toit, *La Presse* (Bonneau, 2009, p. 2)

2 MON TOIT

LA PRESSE MONTRÉAL SAMEDI 10 JANVIER 2009

MON TOIT



PHOTO DAVID BOILY, LA PRESSE

À Villas-sur-Rive, à Laval, les cottages superposés en rangée de Constructions Sainte-Dorothée coûtent entre 205 000 \$ et 220 000 \$ (taxes incluses). Selon le Groupe LSR, le promoteur du projet, 62% des acheteurs ont moins de 40 ans, 61% sont en couple, 10% ont des enfants et 24% sont des personnes seules.



PHOTO ANDRÉ PICHETTE, LA PRESSE

À Brossard, les nouveaux quartiers se densifient. En 2008, 141 maisons individuelles ont été construites, comparativement à 580 habitations en copropriété, dont 96 maisons en rangée, révèle le porte-parole de la municipalité, Eric Schifi. Les maisons en rangée, ci-dessus, valent environ 211 000 \$.

LES MAISONS JUMELÉES ET EN RANGÉE, EN PLEIN ESSOR



DANIELLE BONNEAU

À Sainte-Dorothée, dans le projet Villas-sur-Rive, les cottages superposés en rangée remportent un succès inespéré. Couples, jeunes familles et célibataires optent pour ce nouveau type d'habitation de quatre étages, que se partagent deux ménages. Les uns occupent les deux premiers étages, tandis que les autres habitent les deux étages supérieurs. Leur principal attrait? Leur prix oscillant entre 205 000 \$ et 220 000 \$ (taxes incluses), pour une superficie de 1400 pieds carrés.

«Quand nous avons lancé le concept, en 2006, nous ne pensions pas intéresser autant de clientèles différentes, indique Guy St-Jacques, président de Constructions Sainte-Dorothée. Il s'agit pour plusieurs d'un compromis entre la maison unifamiliale de rêve et la location d'un appartement. Mais ils se retrouvent avec une habitation d'une bonne grandeur, dans un environnement agréable.»

L'augmentation du prix des terrains et des infrastructures influence le type de maisons construites dans la région de Montréal. Pendant les 11 premiers mois de 2008, les mises en chantier des maisons individuelles, qui incluent les bungalows et les maisons à deux étages, ont connu une baisse de 16%, révèle la Société

canadienne d'hypothèques et de logement (SCHL). Au cours de la même période, la construction de maisons jumelées et en rangée a augmenté de 26% et la construction de logements en copropriété a crû de 12%.

L'essor des maisons jumelées et en rangée a débuté en 2007, indique Stéphane Duguay, analyste de marché à la SCHL. Les mises en chantier ont alors augmenté de 37%.

«Il y a un transfert vers les maisons jumelées et en rangée, constate l'économiste. L'augmentation soutenue du prix des maisons au cours des dernières années, cumulée à la diminution de la taille des ménages, explique ce phénomène, qui va probablement s'accroître dans un contexte de ralentissement économique.»

Dans la banlieue de Montréal, les maisons neuves jumelées coûtent en moyenne 237 835\$, alors que les maisons neuves individuelles se vendent en moyenne 331 792\$, calcule la SCHL. Un écart de 93 957\$ (28%).

En ce qui concerne les maisons individuelles, il se construit davantage de maisons à deux étages que de bungalows. Ceux-ci augmentent toutefois en popularité. Leur prix moins élevé et leur superficie moindre pesent lourd dans la balance. Le prix moyen d'un bungalow neuf s'élève en effet à 241 981\$, comparativement à 353 088\$ pour un cottage. Un écart de 111 107\$.

C'est le condo, toutefois, qui remporte la palme. Au cours des 11 premiers mois de 2008, la copropriété a représenté 37% des mises en chantier, dans la région de Montréal. Au cours de la

même période, 30% des maisons construites étaient individuelles, tandis que 11% étaient en rangée ou jumelées.

La copropriété à la hausse

Le fait que les ménages soient plus petits et qu'ils recherchent des logements abordables favorise la copropriété. Ce type d'habitation, auparavant concentré à Montréal, se répand de plus en plus en banlieue, note Stéphane Duguay.

Un nombre grandissant de ménages, en effet, comptent une ou deux personnes. Avec le vieillissement de la population, le pourcentage de couples avec enfants est en baisse constante. «De 1971 à 2006, les ménages d'une seule personne sont ceux qui ont augmenté le plus rapidement, indique l'observateur du logement au Canada 2008, publié récemment par la SCHL. Le nombre de personnes vivant seules a quadruplé et le nombre de familles monoparentales a triplé.»

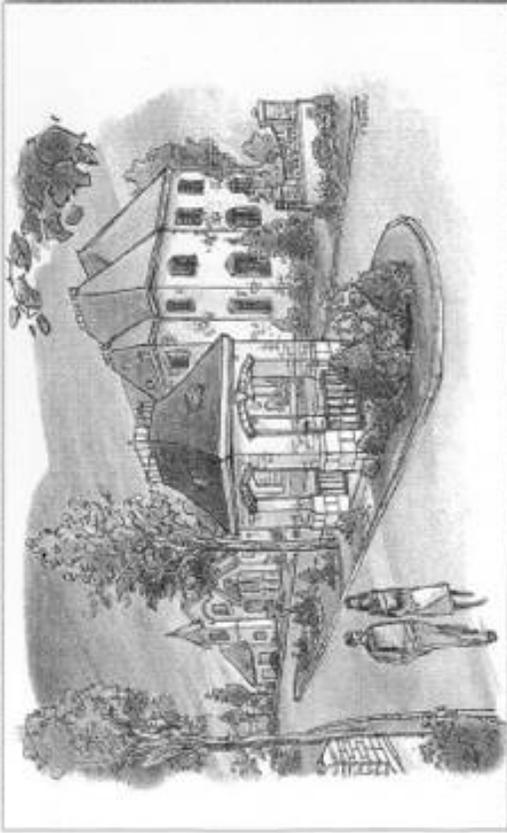
En 2006, selon le dernier recensement de Statistique Canada, 64% des ménages dans la région de Montréal étaient composés d'un couple ou de personnes vivant seules!

En 2009, la construction de maisons individuelles dans la région de Montréal devrait encore diminuer, prédit la SCHL. La réduction anticipée est de 9%. Le nombre de mises en chantier de maisons jumelées, de maisons en rangée et d'appartements en copropriété devrait baisser d'environ 11%. Dans le cas des condos, il ne s'agit pas vraiment d'un recul, estime M. Duguay. Il y a eu tellement d'activité sur les chantiers, en 2008, qu'il s'agira plutôt d'un retour à la normale.



Villas-sur-Rive: 200 millions \$ pour

1000 rés



La promesse prise des complexes résidentiels intégrés, une recette très populaire aux États-Unis permettant d'établir une uniformité architecturale et esthétique et d'offrir le meilleur de deux mondes.

Confiance dans l'économie, rassurés par la demande, Annie Lemieux, vice-présidente du Groupe LSR, a décidé de construire une véritable petite ville dans Laval où au cours des six prochaines années, 1 000 unités d'habitation seront érigées, générant des investissements de 200 M\$.



MICHEL LAROSE

Réparti en trois phases, l'ensemble résidentiel s'étend sur quatre millions de pieds carrés dans l'arrondissement Sainte-Félicité, près de la rivière des Prairies. « Un si beau terrain, c'est sûrément que personne n'all songé à le développer plus tôt », dit la jeune femme à l'initiative de ce projet dans ce secteur d'habitation en sept toitures 2003.

Cette semaine, le Groupe LSR a procédé officiellement au lancement du complexe de logements résidentiels de la phase I. Les travaux de construction ont débuté, dirigés par le maître constructeur et le responsable de la Région de Laval, M^{re} Michèle Charbonneau.

« L'an dernier, nous n'avions pas toutes les autorisations pour exécuter la construction. En février, le ministre de l'Énergie et des Ressources naturelles a donné le feu vert.

Le fait de verser 60 millions et d'être tenu responsable d'y consacrer des millions de dollars est un défi. C'est pourquoi 35 % du bien financier est réservé aux espaces verts, alors que la réglementation en exige 10 %.

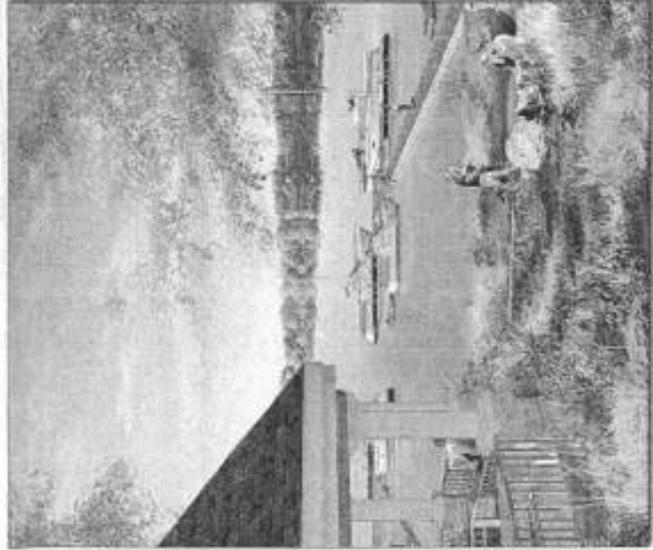
Les travaux s'ajoutent à ceux de la construction de la phase II, qui comprendra 200 unités de plus de 300 millions de dollars dans le domaine résidentiel.

Le Groupe LSR a généré des ventes de plus de 300 millions de dollars dans le domaine résidentiel.

La phase I comprendra 200 unités et la phase II, 500 unités (principalement des résidences pour personnes âgées de 55 ans et plus).

« Les phases I et II, les promoteurs résidentiels de la région de Laval ont des projets de logements pour ces prochaines années », dit-elle.

Enfin, le Groupe LSR a généré des ventes de plus de 300 millions de dollars dans le domaine résidentiel. Les travaux de construction ont débuté, dirigés par le maître constructeur et le responsable de la Région de Laval, M^{re} Michèle Charbonneau.



Villas-sur-Rive sera construit en trois phases d'ici à 2010. Peut-être avez-vous remarqué que les architectes ont opté pour un style très différent de celui des autres complexes résidentiels de la région.

Le Groupe LSR
États-Unis,
Canada,
Québec,
Pologne

Au début des années 1980, Le Groupe LSR s'est lancé dans une série d'acquisitions qui selon ses prévisions devrait en faire l'un des plus importants propriétaires d'immeubles multigénéralistes du Québec.

La compagnie gère et possède actuellement 3 100 appartements localisés aux États-Unis et au Canada, en plus d'être le propriétaire de plusieurs propriétés immobilières résidentielles au Québec et en Pologne.

De 1980 à 1988, Le Groupe LSR a été le principal propriétaire des résidences de la région de Laval. Les travaux de construction ont débuté, dirigés par le maître constructeur et le responsable de la Région de Laval, M^{re} Michèle Charbonneau.

Pour l'ensemble du site résidentiel de la région de Laval, le Groupe LSR a généré des ventes de plus de 300 millions de dollars dans le domaine résidentiel.

un réseau de secteurs et où une majorité de résidents ont des emplois qui les rendent indépendants de la plus-value générée par l'accession à la propriété.

Uniformité

Sur le site de Villas-sur-Rive, toutes les habitations de types et de styles sont réalisées selon les mêmes principes, ce qui permet de préserver une certaine homogénéité dans l'ensemble du projet.

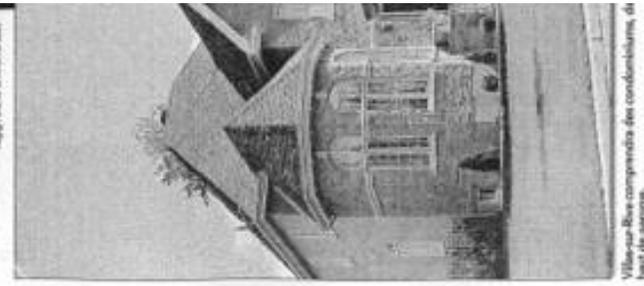
Le Groupe LSR prévoit en effet un certain nombre de réalisations intégrées. La promesse prise des complexes résidentiels intégrés, une recette très populaire aux États-Unis permettant d'établir une uniformité architecturale et esthétique et d'offrir le meilleur de deux mondes.

Le client achète espère le plan de travail qui respecte des critères précis. Annie Lemieux explique qu'un comité interne d'accompagnement urbain a été mis sur pied et qu'il a été très efficace, le plan étant suivi à la lettre.

« Les clients achètent espèrent le plan de travail qui respecte des critères précis. Annie Lemieux explique qu'un comité interne d'accompagnement urbain a été mis sur pied et qu'il a été très efficace, le plan étant suivi à la lettre.

« Les clients achètent espèrent le plan de travail qui respecte des critères précis. Annie Lemieux explique qu'un comité interne d'accompagnement urbain a été mis sur pied et qu'il a été très efficace, le plan étant suivi à la lettre.

« Les clients achètent espèrent le plan de travail qui respecte des critères précis. Annie Lemieux explique qu'un comité interne d'accompagnement urbain a été mis sur pied et qu'il a été très efficace, le plan étant suivi à la lettre.



Villas-sur-Rive comprendra des condominiums, des appartements et des maisons.

ANNEXE 8 : PLANS CONCEPTS D'AMÉNAGEMENT DU PARC RIVERAIN DE LA RIVIÈRE-DES-PRAIRIES ET DU PARC CENTRAL AUX ABORDS DU RUISSEAU MARINEAU

(www.villassurrive.com)

Il est à noter que l'aménagement réel diffère quelque peu des plans ci-dessous.



ANNEXE 10 : QUATRE TABLEAUX DES COEFFICIENTS DE RUISSELLEMENT UTILISÉS POUR FINS COMPARATIVES ET AYANT AIDÉ À LA CRÉATION D'UNE NOUVELLE CHARTE

(Brière, 2000, p. 186-187)

Tableau 7.6 Coefficients de ruissellement relatifs à diverses surfaces

Surface	Coefficient de ruissellement, <i>R</i>
Chaussée en béton, asphaltée	0,70 - 0,95
Chaussée en brique	0,70 - 0,85
Toiture	0,75 - 0,95
Terrain gazonné, sol sablonneux	
– plat (pente < 2 %)	0,05 - 0,10
– pente moyenne (2 à 7 %)	0,10 - 0,15
– pente abrupte (> 7 %)	0,15 - 0,20
Terrain gazonné, sol dense	
– plat (pente < 2 %)	0,13 - 0,17
– pente moyenne (2 à 7 %)	0,18 - 0,22
– pente abrupte (> 7 %)	0,25 - 0,35
Entrée de garage en gravier	0,15 - 0,30

(Ferguson, 1998, p. 54)

TABLE 4.1 Values of *c*, the cover factor or runoff coefficient in the Rational formula. For flat slopes or permeable soils use the lower values; for steep slopes or impermeable soils use the higher values (from Table 1 of *Design of Roadside Drainage Channels*, U.S. Federal Highway Administration, 1973; and Table 1 of *Airport Drainage*, U.S. Federal Aviation Agency, 1965.)

Type of Surface or Land Use	<i>c</i>
<i>Individual soil covers</i>	
Forest	0.1–0.3
Turf or meadow	0.1–0.4
Cultivated field	0.2–0.4
Steep grassed area (2:1)	0.5–0.7
Bare earth	0.2–0.9
Gravel or macadam pavement	0.35–0.7
Concrete or asphalt pavement	0.8–0.9
<i>Composite land uses</i>	
Flat residential, about 30% impervious	0.40
Flat residential, about 60% impervious	0.55
Sloping residential, about 50% impervious	0.65
Sloping, built-up, about 70% impervious	0.80
Flat commercial, about 90% impervious	0.80

(MDDEP, 2011, p. 6-26)

Tableau 7.7 Coefficients de ruissellement relatifs à divers quartiers

Quartier	Coefficient de ruissellement, <i>R</i>
Commercial	
—centre-ville	0,70 - 0,95
—banlieue	0,50 - 0,70
Résidentiel	
—maisons unifamiliales	0,30 - 0,50
—maisons multifamiliales, détachées	0,40 - 0,60
—maisons multifamiliales, en rangées	0,60 - 0,75
—maisons de banlieue peu développée	0,10 - 0,25
—maisons de banlieue	0,25 - 0,40
—immeubles à usage locatif	0,50 - 0,70
Industriel	
—densité moyenne	0,50 - 0,80
—densité élevée	0,60 - 0,90
Parcs, cimetières, prairies	0,10 - 0,25
Terrains de jeux	0,25 - 0,35
Terrains en friche	0,10 - 0,30

Tableaux 7.6 et 7.7 adaptés de: ASCE et WPCF, *Design and Construction of Sanitary and Storm Sewers*, 1970, p. 51.

Gamme usuelle de valeurs pour le coefficient de ruissellement (adapté de ASCE/WEF, 1992).

Type de surface	Coefficient de ruissellement*
— Pavage	0,70 à 0,95
— Toits	0,70 à 0,95
Pelouses, sols sablonneux	
Faible pente (2 %)	0,05 à 0,10
Pente moyenne (2 à 7 %)	0,10 à 0,15
Pente forte (7 % et plus)	0,15 à 0,20
Pelouses, sols argileux	
Faible pente (2 %)	0,13 à 0,17
Pente moyenne (2 à 7 %)	0,18 à 0,22
Pente forte (7 % et plus)	0,25 à 0,35

* Valeurs typiques pour des périodes de retour de 2-10 ans. Des valeurs plus élevées sont appropriées pour des événements plus rares.

Gamme usuelle de valeurs pour le coefficient de ruissellement en fonction du type d'occupation du sol (adapté de ASCE/WEF, 1992).

Type d'occupation du sol	Coefficient de ruissellement*
Commercial	
Centre-ville	0,70 à 0,95
Banlieue	0,50 à 0,70
Résidentielle	
Maisons de banlieue	0,25 à 0,40
Maisons détachées	0,30 à 0,50
Unités jumelées	0,40 à 0,60
Maisons de ville	0,60 à 0,75
Blocs appartement	0,50 à 0,70
Industrielle	
Légère	0,50 à 0,80
Lourde	0,60 à 0,90
Parcs, cimetières	0,10 à 0,25
Terrains de jeux	0,20 à 0,35
— Champs	0,10 à 0,30

* Valeurs typiques pour des périodes de retour de 2-10 ans. Des valeurs plus élevées sont appropriées pour des événements plus rares.

Autres coefficients de ruissellement utilisés (Méthode SCS) (Minnesota Pollution Control Agency (MPCA), 2008, p. 194)

Table 8.4 Curve Numbers for Antecedent Moisture Condition II (Source: NRCS)				
Land Use Description	Hydrologic Soil Group			
	A	B	C	D
Meadow				
Good condition	30	58	71	78
Forest				
Poor	45	66	77	83
Fair	36	60	73	79
Good	30	55	70	77
Open Space				
Poor	68	79	86	89
Fair	49	69	79	84
Good	39	61	74	80
Commercial				
85% impervious	89	92	94	95
Industrial				
72% impervious	81	88	91	93
Residential				
1/8 ac lots (65% impervious)	77	85	90	92
1/4 ac lots (38% impervious)	61	75	83	87
1/2 ac lots (25% impervious)	54	70	80	85
1 acre lots (20% impervious)	51	68	79	84
Impervious Areas	98	98	98	98
Roads (including right of way)				
Paved	83	89	92	93
Gravel	76	85	89	91
Dirt	72	82	87	89
Row Crops				
Straight row – Good	67	78	85	89
Contoured row – Good	65	75	82	86
Pasture				
Good	39	61	74	80
Open Water	99	99	99	99

**ANNEXE 11 : CALCUL DES SUPERFICIES DES QUATRE SITUATIONS
D'AMÉNAGEMENT**

Annexe 11 : Calcul des surfaces des quatre situations d'aménagement

Superficie des surfaces avant le développement (m²)

Rivières	Ch. terre battue	Ch. Asphalte	Boisés	bâtiments
589	4686,77	2529,74	1345	906
1014	1535,66	876,57	1023	906
552	1083,43		361	171
64	1131,53		6602	1983
322	526,18		9277	
2541	2963,35		2918	
	11926,92	3406,31	735	
			2960	
			238	
			2895	
			986	
			886	
			30226	

	m ²	%
Surfaces totales du site	320 565	100
Surfaces de friche	270 481,77	84,38
Surface imperméable	5 389,31	1,68
Surfaces friche et boisé	300 707,77	93,81

Superficies des surfaces de la situation actuelle

Parcs en zone inondable

	no.	Aire parcelle m ²	pentes de 100%				Chemins de gravier				Aire de jeux				Aire herbacée				Aire gazon				Surface d'eau				C composé
			m ²	%	C	C total	m ²	%	C	C total	m ²	%	C	C total	m ²	%	C	C total	m ²	%	C	C total	m ²	%	C	C total	
rivière prairie		18230,00					555,00	3%	0,25	138,75					17052,00	94%	0,2	3410,40					623,00	3%	0,99	616,77	0,23
parc au centre		28304,00					1338,00	5%	0,25	334,5	606,00	2%	0,30	181,8					22991,00	0,81	0,22	5058,02	3369,00	12%	0,99	3335,31	0,46
rivière marineau		6196,00	5611,00	91%	0,22	1234,42																	585,00	9%	0,99	579,15	0,53
Total		52730,00	5611,00		0,22	1234,42	1338,00		0,25	334,5	606,00		0,30	181,8	17052,00		0,20	3410,40	22991,00			5058,02	3954,00			3914,46	
Moyenne				30%				2%				2%				0%											0,27
Coefficient de ruissellement pondéré																											

Emprises de rues du développement

	no.	Aire emprises m ²	surface de rue				entrée pavée privée				Piste cyclable				gazon				C composé					
			m ²	%	C	C total	m ²	%	C	C total	m ²	%	C	C total	m ²	%	C	C total						
Total		57583,13	32731,38	57%	0,95	31094,81	6351,79	11%	0,90	5716,61	2103,66	4%	0,95	1998,48	18499,96	32%	0,22	4069,991						
Coefficient de ruissellement pondéré																								

0,74

Espaces résiduels

	no.	Aire parcelle m ²	Aire gazon				Chemins de gravier				C composé
			m ²	%	C	C total	m ²	%	C	C total	
	1	1175,00	1175,00	100%	0,22	258,50				0,22	
	2	247,46	247,46	100%	0,22	54,44				0,22	
	3	637,23	637,23	100%	0,22	140,19				0,22	
	4	1232,59	1025,28	83%	0,22	225,56	207,30	17%	0,25	51,83	0,23
	5	2273,13	2273,13	100%	0,22	500,09				0,22	
	11	488,02	488,02	100%	0,22	107,37				0,22	
	12	699,22	699,22	100%	0,22	153,83				0,22	
	14	1075,66	1075,66	100%	0,22	236,65				0,22	
	15	775,32	775,32	100%	0,22	170,57				0,22	
passage	16	207,54				207,54	100%	0,25	51,89	0,25	
passage	17	360,10				360,10	100%	0,25	90,03	0,25	
passage	18	357,80				357,80	100%	0,25	89,45	0,25	
passage	19	668,64				668,64	100%	0,25	167,16	0,25	
anthème	20	320,86	160,43	50%	0,22	35,29	160,43	50%	0,25	40,11	0,24
Total		10518,59	8556,76			1882,49	1961,83			490,46	

Parcelle unifamiliale model "Distinction"

Ménage	No. Civ.	Aire lot A (m ²)	Aire du Toit				Aire aménagements façade				Aménagement arrière				Piscine				cabanon				Aire de gazon			C pondéré		
			Ai (m ²)	%	Ci	Surface, AiCi (m ²)	Ai (m ²)	%	Ci	Surface, AiCi (m ²)	Ai (m ²)	%	Ci	C total	Ai (m ²)	%	Ci	C total	Ai (m ²)	%	Ci	C total	Ai (m ²)	%	Ci			
1	496	1125,08	169,33	15%	0,85	143,93	381,41	34%	0,90	343,27	156,39	14%	0,80	125,11											417,95	37%	0,22	0,63
1	492	639,59	194,06	30%	0,85	164,95	84,40	13%	0,90	75,96	230,54	36%	0,80	184,43	24,00	4%	0,99	23,76	12,62	2%	0,85	10,73	93,98	15%	0,22	0,75		
1	488	639,10	182,31	29%	0,85	154,96	88,90	14%	0,90	80,01	211,54	33%	0,80	169,23	43,00	7%	0,99	42,57	10,85	2%	0,85	9,22	102,50	16%	0,22	0,75		
1	476	671,45	201,70	30%	0,85	171,45	91,62	14%	0,90	82,46	103,34	15%	0,80	82,67	38,00	6%	0,99	37,62	7,20	1%	0,85	6,12	229,59	34%	0,22	0,64		
1	472	957,12	279,47	29%	0,85	237,55	84,83	9%	0,90	76,35	123,78	13%	0,80	99,02	41,00	4%	0,99	40,59							428,04	45%	0,22	0,57
1	464	1012,78	246,22	24%	0,85	209,28	84,03	8%	0,90	75,63	185,99	18%	0,80	148,79											496,54	49%	0,22	0,54
1	460	1125,22	297,57	26%	0,85	252,93	69,77	6%	0,90	62,79	114,01	10%	0,80	91,21	26,00	2%	0,99	25,74	33,26	3%	0,85	28,27	584,61	52%	0,22	0,52		
1	440	753,50	270,11	36%	0,85	229,59	57,43	8%	0,90	51,69														425,96	57%	0,22	0,50	
1	436	751,06	210,15	28%	0,85	178,63	108,32	14%	0,90	97,49	93,64	12%	0,80	74,91	36,00	5%	0,99	35,64						302,95	40%	0,22	0,60	
1	428	1351,37	316,13	23%	0,85	268,71	210,77	16%	0,90	189,69														824,47	61%	0,22	0,47	
1	424	1167,11	286,00	25%	0,85	243,10	121,18	10%	0,90	109,06	165,42	14%	0,80	132,34										594,52	51%	0,22	0,53	
1	416	735,06	218,83	30%	0,85	186,00	61,51	8%	0,90	55,36	91,97	13%	0,80	73,58	38,00	5%	0,99	37,62						324,76	44%	0,22	0,58	
1	412	531,97	221,20	42%	0,85	188,02	59,01	11%	0,90	53,11	96,56	18%	0,80	77,25	26,00	5%	0,99	25,74						129,20	24%	0,22	0,70	
1	408	493,76	228,84	46%	0,85	194,51	73,32	15%	0,90	65,99	63,35	13%	0,80	50,68	21,00	4%	0,99	20,79						107,26	22%	0,22	0,72	
1	404	535,99	206,17	38%	0,85	175,25	41,15	8%	0,90	37,04														288,67	54%	0,22	0,51	
1	135	581,32	238,57	41%	0,85	202,78	131,70	23%	0,90	118,53	97,47	17%	0,80	77,98										113,58	20%	0,22	0,73	
1	125	578,61	201,05	35%	0,85	170,89	58,52	10%	0,90	52,67	30,03	5%	0,80	24,02										289,01	50%	0,22	0,54	
1	115	740,55	255,65	35%	0,85	217,31	77,66	10%	0,90	69,89									16,54	2%	0,85	14,06	390,69	53%	0,22	0,52		
1	105	1085,50	224,73	21%	0,85	191,02	91,17	8%	0,90	82,05	201,90	19%	0,80	161,52	42,00	4%	0,99	41,58	10,86	1%	0,85	9,23	514,84	47%	0,22	0,55		
1	95	777,64	213,77	27%	0,85	181,70	125,32	16%	0,90	112,79	129,09	17%	0,80	103,27	29,00	4%	0,99	28,71	14,79	2%	0,85	12,57	265,67	34%	0,22	0,64		
1	85	679,30	207,54	31%	0,85	176,41	93,62	14%	0,90	84,26	119,35	18%	0,80	95,48	45,00	7%	0,99	44,55	26,81	4%	0,85	22,79	186,98	28%	0,22	0,68		
1	65	698,83	203,24	29%	0,85	172,75	98,70	14%	0,90	88,83	78,79	11%	0,80	63,03	32,00	5%	0,99	31,68						286,10	41%	0,22	0,60	
1	55	684,51	192,57	28%	0,85	163,69	91,99	13%	0,90	82,79	38,74	6%	0,80	30,99					3,83	1%	0,85	3,26	357,38	52%	0,22	0,52		
1	35	1000,55	324,13	32%	0,85	275,51	151,19	15%	0,90	136,07	112,74	11%	0,80	90,19	41,00	4%	0,99	40,59	8,95	1%	0,85	7,61	362,54	36%	0,22	0,63		
1	499	536,35	226,08	42%	0,85	192,16	37,05	7%	0,90	33,35	55,32	10%	0,80	44,26	25,00	5%	0,99	24,75						192,90	36%	0,22	0,63	
1	493	586,93	172,53	29%	0,85	146,65	62,54	11%	0,90	56,29	79,13	13%	0,80	63,30	30,00	5%	0,99	29,70						242,74	41%	0,22	0,60	
1	487	695,57	244,41	35%	0,85	207,75	60,40	9%	0,90	54,36	82,05	12%	0,80	65,64	35,00	5%	0,99	34,65						273,71	39%	0,22	0,61	
1	481	737,51	203,27	28%	0,85	172,78	106,98	15%	0,90	96,28	95,42	13%	0,80	76,34	34,00	5%	0,99	33,66	10,54	1%	0,85	8,96	287,30	39%	0,22	0,61		
1	463	825,58	273,89	33%	0,85	232,81	78,85	10%	0,90	70,97	29,74	4%	0,80	23,79										443,10	54%	0,22	0,51	
1	457	572,91	197,57	34%	0,85	167,93	76,35	13%	0,90	68,72	88,57	15%	0,80	70,86	28,00	5%	0,99	27,72						182,42	32%	0,22	0,66	
1	451	512,73	149,56	29%	0,85	127,13	49,87	10%	0,90	44,88	15,41	3%	0,80	12,33										297,89	58%	0,22	0,49	
1	445	523,14	187,05	36%	0,85	159,00	38,62	7%	0,90	34,76	15,88	3%	0,80	12,70										281,59	54%	0,22	0,51	
1	439	631,57	188,04	30%	0,85	159,83	37,87	6%	0,90	34,08	29,35	5%	0,80	23,48										376,32	60%	0,22	0,48	
1	435	600,00	197,79	33%	0,85	168,13	31,26	5%	0,90	28,13	23,16	4%	0,80	18,53										347,79	58%	0,22	0,49	
1	429	600,00	211,68	35%	0,85	179,93	41,00	7%	0,90	36,90	104,42	17%	0,80	83,54	27,00	5%	0,99	26,73						215,90	36%	0,22	0,62	
1	423	600,00	208,03	35%	0,85	176,82	36,06	6%	0,90	32,45	34,17	6%	0,80	27,34										321,74	54%	0,22	0,51	
1	417	450,00	181,37	40%	0,85	154,16	33,36	7%	0,90	30,02	48,97	11%	0,80	39,18										186,31	41%	0,22	0,59	
1	411	450,00	154,52	34%	0,85	131,34	28,95	6%	0,90	26,06	17,41	4%	0,80	13,93										249,12	55%	0,22	0,50	
1	405	554,50	172,58	31%	0,85	146,70	33,69	6%	0,90	30,32	98,88	18%	0,80	79,10	28,00	5%	0,99	27,72						221,35	40%	0,22	0,60	
1	399	733,95	234,45	32%	0,85	199,28	54,97	7%	0,90	49,47	208,25	28%	0,80	166,60	35,00	5%	0,99	34,65						201,28	27%	0,22	0,67	
1	375	698,50	222,60	32%	0,85	189,21	61,44	9%	0,90	55,30	123,62	18%	0,80	98,90	27,00	4%	0,99	26,73						263,84	38%	0,22	0,61	
1	371	714,24	206,73	29%	0,85	175,72	52,42	7%	0,90	47,18	33,20	5%	0,80	26,56										421,88	59%	0,22	0,48	
1	367	734,51	237,68	32%	0,85	202,02	91,33	12%	0,90	82,20	91,62	12%	0,80	73,30										313,88	43%	0,22	0,58	
1	340	943,62	329,01	35%	0,85	279,66	184,96	20%	0,90	166,46	99,43	11%	0,80	79,54	42,00	4%	0,99	41,58						288,22	31%	0,22	0,67	
1	336	739,51	222,78	30%	0,85	189,37	71,46	10%	0,90	64,31	15,20	2%	0,80	12,16										430,06	58%	0,22	0,49	
1	332	1004,19	246,04	25%	0,85	209,13	92,12	9%	0,90	82,91	15,20	2%	0,80	12,16										650,83	65%	0,22	0,45	
1	320	1122,40	303,13	27%	0,85	257,66	49,07	4%	0,90	44,16	257,01	23%	0,80	205,61										513,19	46%	0,22	0,55	
1	324	852,67	227,14	27%	0,85	193,07	66,61	8%	0,90	59,95	198,15	23%	0,80	158,52	35,00	4%	0,99	34,65						325,77	38%	0,22	0,61	
1	328	807,50	247,44	31%	0,85	210,32	97,26	12%	0,90	87,53	64,90	8%	0,80	51,92	31,00	4%	0,99	30,69						366,90	45%	0,22	0,57	
1	316	787,30	232,08	29%	0,85	197,26	89,50	11%	0,90	80,55														465,72	59%	0,22	0,48	
1	312	787,23	217,95	28%	0,85	185,26	86,59	11%	0,90	77,93														482,69	61%	0,22	0,47	

Parcelle unifamiliale model "Distinction"

Ménage	No. Civ.	Aire lot A (m ²)	Aire du Toit				Aire aménagements façade				Aménagement arrière				Piscine				cabanon				Aire de gazon			C pondéré
			Ai (m ²)	%	Ci	Surface, AiCi (m ²)	Ai (m ²)	%	Ci	Surface, AiCi (m ²)	Ai (m ²)	%	Ci	C total	Ai (m ²)	%	Ci	C total	Ai (m ²)	%	Ci	C total	Ai (m ²)	%	Ci	
1	296	1326,43	294,59	22%	0,85	250,40	126,51	10%	0,90	113,86	174,64	13%	0,80	139,71								730,69	55%	0,22	0,50	
1	292	1809,95	421,00	23%	0,85	357,85	94,54	5%	0,90	85,09	141,73	8%	0,80	113,38								1152,69	64%	0,22	0,45	
1	288	2225,98	409,69	18%	0,85	348,24	124,28	6%	0,90	111,85	174,32	8%	0,80	139,46	18,00	1%	0,99	17,82				1499,69	67%	0,22	0,43	
1	284	1794,98	291,17	16%	0,85	247,49	217,15	12%	0,90	195,44												1286,66	72%	0,22	0,40	
1	280	1983,84	341,92	17%	0,85	290,63	164,03	8%	0,90	147,63	135,41	7%	0,80	108,33								1342,48	68%	0,22	0,42	
1	276	2098,00	314,45	15%	0,85	267,28	256,46	12%	0,90	230,81	287,58	14%	0,80	230,06	42,00	2%	0,99	41,58	13,71	1%	0,85	11,65	1183,80	56%	0,22	0,50
1	271	2107,22	260,25	12%	0,85	221,21	104,53	5%	0,90	94,08												1742,45	83%	0,22	0,33	
1	275	1144,22	260,25	23%	0,85	221,21	84,00	7%	0,90	75,60												799,98	70%	0,22	0,41	
1	279	895,14	260,25	29%	0,85	221,21	88,07	10%	0,90	79,26												546,83	61%	0,22	0,47	
1	283	664,97	241,29	36%	0,85	205,10	74,12	11%	0,90	66,71												349,56	53%	0,22	0,52	
1	287	659,04	244,21	37%	0,85	207,58	73,46	11%	0,90	66,11												341,37	52%	0,22	0,53	
1	291	645,36	244,21	38%	0,85	207,58	75,61	12%	0,90	68,05												325,54	50%	0,22	0,54	
1	295	632,24	244,21	39%	0,85	207,58	74,43	12%	0,90	66,99												313,61	50%	0,22	0,54	
1	299	646,51	179,15	28%	0,85	152,27	72,75	11%	0,90	65,48												394,61	61%	0,22	0,47	
1	307	713,84	174,77	24%	0,85	148,55	80,73	11%	0,90	72,66	19,04	3%	0,80	15,23								439,30	62%	0,22	0,47	
1	311	680,62	174,77	26%	0,85	148,55	67,20	10%	0,90	60,48												438,65	64%	0,22	0,45	
1	315	659,99	287,67	44%	0,85	244,52	76,85	12%	0,90	69,17	55,27	8%	0,80	44,22								240,20	36%	0,22	0,62	
1	319	659,88	247,28	37%	0,85	210,19	74,53	11%	0,90	67,08												338,07	51%	0,22	0,53	
1	323	659,99	247,28	37%	0,85	210,19	73,38	11%	0,90	66,04												339,34	51%	0,22	0,53	
1	331	925,05	306,90	33%	0,85	260,86	108,55	12%	0,90	97,70	53,89	6%	0,80	43,11								455,71	49%	0,22	0,54	
1	420	627,31	188,21	30%	0,85	159,97	47,61	8%	0,90	42,85												391,49	62%	0,22	0,46	
1	416	724,33	133,03	18%	0,85	113,07	58,44	8%	0,90	52,60	13,75	2%	0,80	11,00								519,11	72%	0,22	0,40	
1	412	753,82	108,90	14%	0,85	92,57	52,72	7%	0,90	47,45	56,24	7%	0,80	44,99								535,95	71%	0,22	0,40	
1	408	679,82	120,79	18%	0,85	102,67	31,86	5%	0,90	28,67	100,93	15%	0,80	80,74	64,00	9%	0,99	63,36				362,25	53%	0,22	0,52	
1	400	590,45	214,21	36%	0,85	182,08	70,16	12%	0,90	63,14												306,09	52%	0,22	0,53	
1	396	576,48	223,51	39%	0,85	189,98	61,68	11%	0,90	55,51	32,39	6%	0,80	25,91								258,90	45%	0,22	0,57	
1	392	575,27	256,26	45%	0,85	217,82	95,84	17%	0,90	86,26												223,16	39%	0,22	0,61	
1	388	795,87	218,28	27%	0,85	185,53	84,57	11%	0,90	76,11												493,02	62%	0,22	0,47	
1	384	609,45	170,97	28%	0,85	145,32	59,55	10%	0,90	53,60												378,93	62%	0,22	0,46	
1	200	672,87	170,97	25%	0,85	145,32	89,11	13%	0,90	80,20												412,79	61%	0,22	0,47	
1	204	628,12	170,97	27%	0,85	145,32	94,12	15%	0,90	84,71												363,03	58%	0,22	0,49	
1	208	625,31	170,97	27%	0,85	145,32	94,12	15%	0,90	84,71												360,22	58%	0,22	0,49	
1	212	622,79	297,52	48%	0,85	252,89	89,63	14%	0,90	80,67												235,64	38%	0,22	0,62	
1	216	683,86	253,42	37%	0,85	215,41	77,58	11%	0,90	69,82												352,86	52%	0,22	0,53	
1	220	839,67	296,60	35%	0,85	252,11	139,08	17%	0,90	125,17	54,45	6%	0,80	43,56								349,54	42%	0,22	0,59	
1	224	646,86	197,91	31%	0,85	168,23	62,33	10%	0,90	56,10	19,92	3%	0,80	15,94								366,70	57%	0,22	0,50	
1	228	629,35	180,84	29%	0,85	153,71	66,10	11%	0,90	59,49	22,58	4%	0,80	18,06								359,84	57%	0,22	0,49	
1	232	637,99	214,13	34%	0,85	182,01	58,37	9%	0,90	52,53												365,49	57%	0,22	0,49	
1	236	777,84	214,13	28%	0,85	182,01	80,57	10%	0,90	72,51												483,15	62%	0,22	0,46	
1	240	1070,90	219,75	21%	0,85	186,79	68,51	6%	0,90	61,66												782,63	73%	0,22	0,39	
1	244	1181,27	219,75	19%	0,85	186,79	59,95	5%	0,90	53,96												901,56	76%	0,22	0,37	
1	248	690,93	219,75	32%	0,85	186,79	28,81	4%	0,90	25,93												442,36	64%	0,22	0,45	
1	252	544,47	191,71	35%	0,85	162,96	28,92	5%	0,90	26,03												323,84	59%	0,22	0,48	
1	256	519,00	192,42	37%	0,85	163,56	25,72	5%	0,90	23,15												300,86	58%	0,22	0,49	
1	260	519,00	204,24	39%	0,85	173,60	35,52	7%	0,90	31,97												279,24	54%	0,22	0,51	
1	264	531,09	192,83	36%	0,85	163,90	35,51	7%	0,90	31,96												302,75	57%	0,22	0,49	
1	296	543,50	192,42	35%	0,85	163,56	56,06	10%	0,90	50,45												295,02	54%	0,22	0,51	
1	292	560,00	192,42	34%	0,85	163,56	50,24	9%	0,90	45,22												317,34	57%	0,22	0,50	
1	no	560,00	192,42	34%	0,85	163,56	54,63	10%	0,90	49,17												312,95	56%	0,22	0,50	
1	284	516,33	192,42	37%	0,85	163,56	57,06	11%	0,90	51,35												266,85	52%	0,22	0,53	
1	280	768,15	192,42	25%	0,85	163,56	59,00	8%	0,90	53,10												516,73	67%	0,22	0,43	

Parcelle unifamiliale model "Distinction"

Ménage	No. Civ.	Aire lot A (m ²)	Aire du Toit				Aire aménagements façade				Aménagement arrière				Piscine				cabanon				Aire de gazon			C pondéré
			Ai (m ²)	%	Ci	Surface, AiCi (m ²)	Ai (m ²)	%	Ci	Surface, AiCi (m ²)	Ai (m ²)	%	Ci	C total	Ai (m ²)	%	Ci	C total	Ai (m ²)	%	Ci	C total	Ai (m ²)	%	Ci	
1	248	810,66	192,42	24%	0,85	163,56	66,90	8%	0,90	60,21											551,34	68%	0,22	0,43		
1	239	1198,33	192,42	16%	0,85	163,56	44,92	4%	0,90	40,43											960,99	80%	0,22	0,35		
1	no	986,59	192,42	20%	0,85	163,56	40,28	4%	0,90	36,25											753,89	76%	0,22	0,37		
1	no	1004,28	192,42	19%	0,85	163,56	60,34	6%	0,90	54,31											751,52	75%	0,22	0,38		
1	259	810,93	192,42	24%	0,85	163,56	66,23	8%	0,90	59,61											552,28	68%	0,22	0,43		
1	no	755,00	192,42	25%	0,85	163,56	66,23	9%	0,90	59,61											496,35	66%	0,22	0,44		
1	no	1075,00	192,42	18%	0,85	163,56	66,23	6%	0,90	59,61											816,35	76%	0,22	0,37		
1	279	895,14	191,78	21%	0,85	163,02	58,02	6%	0,90	52,22											645,34	72%	0,22	0,40		
1	283	664,97	191,78	29%	0,85	163,02	58,02	9%	0,90	52,22											415,17	62%	0,22	0,46		
1	287	659,04	191,78	29%	0,85	163,02	58,02	9%	0,90	52,22											409,23	62%	0,22	0,46		
1	no	538,72	191,78	36%	0,85	163,02	58,02	11%	0,90	52,22											288,92	54%	0,22	0,52		
1	295	538,72	191,78	36%	0,85	163,02	58,02	11%	0,90	52,22											288,92	54%	0,22	0,52		
1	no	538,72	191,78	36%	0,85	163,02	58,02	11%	0,90	52,22											288,92	54%	0,22	0,52		
1	319	711,99	191,78	27%	0,85	163,02	58,02	8%	0,90	52,22											462,19	65%	0,22	0,45		
1	323	534,66	191,78	36%	0,85	163,02	58,02	11%	0,90	52,22											284,86	53%	0,22	0,52		
1	no	535,23	191,78	36%	0,85	163,02	58,02	11%	0,90	52,22											285,42	53%	0,22	0,52		
1	no	379,46	126,03	33%	0,85	107,13	54,15	14%	0,90	48,74											199,28	53%	0,22	0,53		
1	335	376,01	111,94	30%	0,85	95,15	45,47	12%	0,90	40,92											218,60	58%	0,22	0,49		
1	no	360,00	111,94	31%	0,85	95,15	47,34	13%	0,90	42,61											200,72	56%	0,22	0,51		
1	343	360,00	111,94	31%	0,85	95,15	41,67	12%	0,90	37,50											206,39	57%	0,22	0,49		
1	347	360,00	111,94	31%	0,85	95,15	37,32	10%	0,90	33,59											210,74	59%	0,22	0,49		
1	no	379,68	111,94	29%	0,85	95,15	36,32	10%	0,90	32,69											231,42	61%	0,22	0,47		
1	355	417,06	111,94	27%	0,85	95,15	60,31	14%	0,90	54,28											244,82	59%	0,22	0,49		
1	no	460,38	111,94	24%	0,85	95,15	41,64	9%	0,90	37,48											306,80	67%	0,22	0,43		
1	363	371,76	111,94	30%	0,85	95,15	38,43	10%	0,90	34,59											221,40	60%	0,22	0,48		
1	367	338,72	111,94	33%	0,85	95,15	31,61	9%	0,90	28,45											195,17	58%	0,22	0,49		
1	371	422,09	144,46	34%	0,85	122,79	31,03	7%	0,90	27,93											246,60	58%	0,22	0,49		
1	no	379,46	126,03	33%	0,85	107,13	20,37	5%	0,90	18,33											233,06	61%	0,22	0,47		
1	201	661,08	235,91	36%	0,85	200,53	52,26	8%	0,90	47,03											372,91	56%	0,22	0,50		
1	205	548,83	233,08	42%	0,85	198,12	43,53	8%	0,90	39,18											272,22	50%	0,22	0,54		
1	no	532,63	236,46	44%	0,85	200,99	51,74	10%	0,90	46,57											244,44	46%	0,22	0,57		
1	213	516,45	235,98	46%	0,85	200,58	51,39	10%	0,90	46,25											229,08	44%	0,22	0,58		
1	217	500,26	235,98	47%	0,85	200,58	53,17	11%	0,90	47,85											211,11	42%	0,22	0,59		
1	221	504,44	235,98	47%	0,85	200,58	46,09	9%	0,90	41,48											222,37	44%	0,22	0,58		
1	225	536,29	236,41	44%	0,85	200,95	73,31	14%	0,90	65,98											226,57	42%	0,22	0,59		
1	229	502,79	205,93	41%	0,85	175,04	57,13	11%	0,90	51,42											239,73	48%	0,22	0,56		
1	233	510,01	200,76	39%	0,85	170,64	55,70	11%	0,90	50,13											253,55	50%	0,22	0,54		
1	237	517,23	200,80	39%	0,85	170,68	55,70	11%	0,90	50,13											260,73	50%	0,22	0,54		
1	241	524,46	200,90	38%	0,85	170,77	54,54	10%	0,90	49,09											269,01	51%	0,22	0,53		
1	245	592,89	200,90	34%	0,85	170,77	48,61	8%	0,90	43,75											343,38	58%	0,22	0,49		

148

Total		114559,94	31747,20		0,85	26985,12	10925,80	0,90	9833,22	6228,26	0,80	4982,61	1023,00	0,99	1012,77	182,12	0,85	154,80	64453,56	0,22
Moyenne (m²)		784,66	217,45	31%			74,83	10%		117,51	14%		34,10	4%		14,01	2%		426,63	54%
Coefficient de ruissellement pondéré																				

Densité nette (habitations/hectare) 13,13 (faible)

Parcelle unifamiliale model "Concept"

Ménage	no. civ.	Aire lot m ²	Aire du Toit				Aire aménagements façade				piscine				Aménagement arrière				cabanon				Aire de gazon				C composé
			m ²	%	C	C total	m ²	%	C	C total	m ²	%	C	C total	m ²	%	C	C total	m ²	%	C	C total					
1	470	553,17	74,75	14%	0,9	63,54	64,39	12%	0,90	57,95											414,03	75%	0,22	91,086	0,38		
1	466	341,31	74,75	22%	0,9	63,54	64,39	19%	0,90	57,95											202,17	59%	0,22	44,477	0,49		
1	462	340,14	74,75	22%	0,9	63,54	64,39	19%	0,90	57,95											201,00	59%	0,22	44,219	0,49		
1	458	338,97	74,75	22%	0,9	63,54	64,39	19%	0,90	57,95											199,83	59%	0,22	43,962	0,49		
1	454	337,79	74,75	22%	0,9	63,54	64,39	19%	0,90	57,95											198,65	59%	0,22	43,704	0,49		
1	450	336,62	74,75	22%	0,9	63,54	64,39	19%	0,90	57,95											197,48	59%	0,22	43,446	0,49		
1	446	335,45	74,75	22%	0,9	63,54	64,39	19%	0,90	57,95											196,31	59%	0,22	43,189	0,49		
1	442	334,28	74,75	22%	0,9	63,54	64,39	19%	0,90	57,95											195,14	58%	0,22	42,931	0,49		
1	438	333,11	74,75	22%	0,9	63,54	64,39	19%	0,90	57,95											193,97	58%	0,22	42,673	0,49		
1	434	338,35	74,75	22%	0,9	63,54	64,39	19%	0,90	57,95											199,21	59%	0,22	43,826	0,49		
1	no	439,64	74,75	17%	0,9	63,54	64,39	15%	0,90	57,95											300,50	68%	0,22	66,111	0,43		
1	no	528,75	74,75	14%	0,9	63,54	64,39	12%	0,90	57,95											389,61	74%	0,22	85,714	0,39		
1	no	496,46	74,75	15%	0,9	63,54	64,39	13%	0,90	57,95											357,32	72%	0,22	78,611	0,40		
1	no	540,86	74,75	14%	0,9	63,54	64,39	12%	0,90	57,95											401,72	74%	0,22	88,378	0,39		
1	459	378,54	74,75	20%	0,9	63,54	64,39	17%	0,90	57,95											239,40	63%	0,22	52,668	0,46		
1	455	372,63	74,75	20%	0,9	63,54	64,39	17%	0,90	57,95											233,49	63%	0,22	51,368	0,46		
1	451	366,72	74,75	20%	0,9	63,54	64,39	18%	0,90	57,95											227,58	62%	0,22	50,068	0,47		
1	447	360,81	74,75	21%	0,9	63,54	64,39	18%	0,90	57,95											221,67	61%	0,22	48,768	0,47		
1	443	354,90	74,75	21%	0,9	63,54	64,39	18%	0,90	57,95											215,76	61%	0,22	47,468	0,48		
1	439	348,99	74,75	21%	0,9	63,54	64,39	18%	0,90	57,95											209,85	60%	0,22	46,168	0,48		
1	435	343,08	74,75	22%	0,9	63,54	64,39	19%	0,90	57,95											203,94	59%	0,22	44,867	0,48		
1	431	454,84	74,75	16%	0,9	63,54	64,39	14%	0,90	57,95											315,70	69%	0,22	69,454	0,42		

22
Total 8575,42 1644,50 0,9 **1398** 1416,58 0,90 **1274,92**
Moyenne 389,79 74,75 20% 64,39 17%
Coefficient de ruissellement pondéré
Densité net (habitations/hectare) 25,66 (moyenne)

5514,34 0,22 **1213,2**
250,65 63%
0,45

Parcelle uniffamiliale Cinqplex*

no. civ.	Aire lot m ²	Aire du Toit				Aire aménagements façade				Aire aménagement arrière				cabanon				Aire de gazon				C composé	
		m ²	%	C	C total	m ²	%	C	C total	m ²	%	C	C total	m ²	%	C	C total	m ²	%	C	C total		
5	900	770,51	236,53	31%	0,85	201,05	250,33	32%	0,90	225,30					19,80	8%	0,85	16,83	263,84	34%	0,22	58,05	0,63
5	896	770,51	236,53	31%	0,85	201,05	250,33	32%	0,90	225,30					19,80	8%	0,85	16,83	263,84	34%	0,22	58,05	0,63
5	892	759,69	236,53	31%	0,85	201,05	250,33	33%	0,90	225,30					19,80	8%	0,85	16,83	253,02	33%	0,22	55,67	0,63
5	888	759,69	236,53	31%	0,85	201,05	250,33	33%	0,90	225,30					19,80	8%	0,85	16,83	253,02	33%	0,22	55,67	0,63
5	884	756,21	236,53	31%	0,85	201,05	250,33	33%	0,90	225,30					19,80	8%	0,85	16,83	249,54	33%	0,22	54,90	0,64
5	880	756,21	236,53	31%	0,85	201,05	250,33	33%	0,90	225,30					19,80	8%	0,85	16,83	249,54	33%	0,22	54,90	0,64
5	870	1029,94	236,53	23%	0,85	201,05	246,46	24%	0,90	221,81	13,23	7%	0,80	10,58	19,80	8%	0,85	16,83	513,92	50%	0,22	113,06	0,52
5	860	1029,94	236,53	23%	0,85	201,05	246,46	24%	0,90	221,81	13,23	7%	0,80	10,58	19,80	8%	0,85	16,83	513,92	50%	0,22	113,06	0,52
5	850	1029,94	236,53	23%	0,85	201,05	246,46	24%	0,90	221,81	11,96	6%	0,80	9,57	19,80	8%	0,85	16,83	515,19	50%	0,22	113,34	0,52
5	840	1029,94	236,53	23%	0,85	201,05	246,46	24%	0,90	221,81	11,96	6%	0,80	9,57	19,80	8%	0,85	16,83	515,19	50%	0,22	113,34	0,52
5	830	1056,90	236,53	22%	0,85	201,05	239,09	23%	0,90	215,18	15,98	8%	0,80	12,78	19,80	8%	0,85	16,83	545,50	52%	0,22	120,01	0,51
5	820	1056,90	236,53	22%	0,85	201,05	239,09	23%	0,90	215,18	19,00	9%	0,80	15,20	19,80	8%	0,85	16,83	542,48	51%	0,22	119,35	0,51
5	800	1056,90	236,53	22%	0,85	201,05	239,09	23%	0,90	215,18	15,00	7%	0,80	12,00	19,80	8%	0,85	16,83	546,48	52%	0,22	120,23	0,51
5	810	1056,90	236,53	22%	0,85	201,05	239,09	23%	0,90	215,18	20,00	10%	0,80	16,00	19,80	8%	0,85	16,83	541,48	51%	0,22	119,13	0,51

70

Total	12920,19	3311,45	0,85	2814,7	3444,20	0,90	3099,78	120,36	0,80	96,29	277,20	0,85	235,62	5766,98	0,22	1268,7
Moyenne		236,53	26%		246,01	27%		15,05	7%		19,80	8%		411,93	43%	0,58
Coefficient de ruissellement pondéré																0,58
Densité net (habitations/hectare)					54,18	(élevée)										

* L'espace attribué aux cinqplex a été réparti de manière uniforme par lot pour avoir une meilleur représentation de cette typologie

663,16	217,45	79,58			29,70	336,43													
697,34	217,45	83,68	30,00		33,11	333,10													
685,44	217,45	82,25			29,97	355,77													
741,67	217,45	89,00			30,65	404,57													
747,90	217,45	89,75			30,72	409,98													
816,36	217,45	97,96	30,00		34,54	436,41													
636,28	217,45	76,35			29,38	313,10													
526,33	217,45	63,16			28,06	217,66													
486,05	217,45	58,33			27,58	182,70													
469,94	217,45	56,39			27,38	168,71													
452,96	217,45	54,36			27,18	153,97													
438,80	217,45	52,66			27,01	141,68													
469,98	217,45	56,40			27,38	168,75													
524,00	217,45	62,88	30,00		31,03	182,64													
479,08	217,45	57,49			27,49	176,65													
479,06	217,45	57,49			27,49	176,63													
479,04	217,45	57,48			27,49	176,61													
479,04	217,45	57,48			27,49	176,61													
486,88	217,45	58,43			27,59	183,42													
494,88	217,45	59,39			27,68	190,36													
496,70	217,45	59,60	30,00		30,71	158,94													
495,97	217,45	59,52			27,70	191,31													
495,56	217,45	59,47			27,69	190,95													
437,51	217,45	52,50			27,00	140,56													
492,47	217,45	59,10			27,65	188,27													
493,72	217,45	59,25			27,67	189,35													
459,10	217,45	55,09			27,25	159,30													
472,30	217,45	56,68			27,41	170,76													
440,60	217,45	52,87			27,03	143,25													
493,29	217,45	59,19			27,66	188,98													
808,57	217,45	97,03			31,45	462,64													
806,52	217,45	96,78			31,42	460,86													
557,33	217,45	66,88			28,43	244,57													
696,29	217,45	83,55			30,10	365,18													
813,92	217,45	97,67			31,51	467,29													
495,53	217,45	59,46			27,69	190,93													
423,57	217,45	50,83			26,83	128,46													
519,23	217,45	62,31			27,98	211,50													
620,96	217,45	74,52			29,20	299,80													
525,99	217,45	63,12			28,06	217,36													
582,48	217,45	69,90			28,73	266,40													
738,76	217,45	88,65			30,61	402,05													
712,36	217,45	85,48			30,29	379,13													
526,19	217,45	63,14			28,06	217,54													
497,98	217,45	59,76			27,72	193,05													
434,99	217,45	52,20			26,96	138,38													
434,99	217,45	52,20			26,96	138,38													
70 097,70	22 614,80	8 411,72	600,00	100,00	3 172,65	35 198,52		19 187,66	4 966,10	1 343,14	630,92	12 247,50	8 862,38	2 093,00	1 655,49	374,85	4 739,04		
	19 222,58	6 729,38	594,00	85,00	0,00	7 743,68	0,49		4 221,19	1 074,51	0,00	2 694,45	0,42	1 779,05	1 324,39	0,00	1 042,59	0,47	

VILLE								Duplex					
LOT	Toit	Pavage	Jard. Pluie	Piscine	Cabanon	Gazon	C	LOT	TOIT	Pavage	J Pluie	Gazon	C
309,1	72,3	114,37	18,67			103,77		9239,45	2720	3 228,00	594,80	2 696,65	
183,58	61,83	67,92	12,98			40,85							
184,2	61,83	68,15	13,00			41,22							
184,2	61,83	68,15	13,00			41,22							
184,2	61,83	68,15	13,00			41,22							
184,93	61,83	68,42	13,03			41,65							
18,7	61,83	6,92	6,87			-56,92							
313,59	72,91	116,03	18,89			105,76							
274,52	72,3	101,57	17,39			83,26							
158,14	65,29	58,51	12,38			21,96							
158,3	65,29	58,57	12,39			22,05							
158,36	65,29	58,59	12,39			22,09							
157,63	65,29	58,32	12,36			21,66							
157,68	65,29	58,34	12,36			21,69							
157,86	65,29	58,41	12,37			21,79							
157,7	65,29	58,35	12,36			21,70							
157,27	65,29	58,19	12,35			21,44							
266,12	72,91	98,46	17,14			77,61							
421,98	72,3	156,13	22,84			170,70							
186,02	65,29	68,83	13,41			38,49							
186,08	61,83	68,85	13,07			42,33							
315,52	72,91	116,74	18,97			106,90							
315,52	72,3	116,74	18,90			107,57							
186,02	65,29	68,83	13,41			38,49							
186,08	61,83	68,85	13,07			42,33							
315,52	72,91	116,74	18,97			106,90							
315,65	70,9	116,79	18,77			109,19							
186,27	63,31	68,92	13,22			40,82							
186,32	64,45	68,94	13,34			39,59							
315,91	73,47	116,89	19,04			106,52							
316,06	68,67	116,94	18,56			111,89							
186,69	62,39	69,08	13,15			42,08							
186,11	65,7	68,86	13,46			38,09							
370,68	75,34	137,15	21,25			136,94							
12758,28	4878,6	4 029,06	890,77	41,00	12,76	2 906,09							
20 300,79	7 151,21	6 819,79	1 397,10	41,00	12,76	4 878,93		9 239,45	2 720,00	3 228,00	594,80	2 696,65	
	6078,529	5 455,83	0,00	40,59	10,85	1 073,36	0,62		2312	2 582,40	0,00	593,26	0,59

Cinqplex					Servitude					Zone				
LOT	TOIT	Pavage	Cabanon	J Pluie	Gazon	C	écologique	Rues	Baïssières	pavé emprise	Tampon	Piste cyclable	Rivière	aire de jeux
1528,46	473,62	620,64	40,00	113,43	280,77		751,00	25 921,82	13 890,58	1 560,00	97 231,00	1 235,00	589,00	6 605,83
1451,4	473,62	596,76	40,00	111,04	229,99		192,00			742,00	7 277,00	338,00	1 014,00	
1462,9	473,62	600,32	40,00	111,39	237,56		1 258,00			154,00		985,00	552,00	
802,38	236,81	322,15	20,00	57,90	165,53		154,00			48,00			64,00	
1464,59	473,62	600,85	40,00	111,45	238,68		69,00			50,00			322,00	
1408,88	473,62	583,58	40,00	109,72	201,97		85,00			260,00				
1497,38	473,62	611,01	40,00	112,46	260,29		865,00			104,00				
1600,81	473,62	643,07	40,00	115,67	328,45		1 804,00			118,00				
1712,1	473,62	677,57	40,00	119,12	401,79		86,00							
2265,39	710,43	922,50	60,00	169,29	403,16		255,00							
1035,54	236,81	394,43	20,00	65,12	319,18		251,00							
1938,41	473,62	747,73	40,00	126,13	550,93		1 112,00							
1992,85	710,43	838,02	60,00	160,84	223,56		150,00							
							2 536,00							
							487,00							
							383,00							
							1 175,00							
							1 178,00							
							246,00							
							433,00							
							369,00							
							302,00							
							274,00							
							212,47							
20 161,09	6 157,06	8 158,63	520,00	1 483,57	3 841,83		14627,47	25921,82	13890,58	3036	104508	2558	2 541,00	6605,83
	5233,501	6 526,90	442,00	0,00	845,20	0,65								

Constat

Toit	21 748
Pavage	18 450
Piscine	270
Cabanon	590
J pluie	4 106
Aire de jeux	6 606
Gazon	30 534
Rivière	2 541
Zone tamp	104 508
Piste multi	2 558
Sevitude écologique	14 627
Rue	25 922
Entrée non con	18 450
Bais	13 891
Total	264 800

Superficie des surfaces, scénario 2

	îlot	Baïssière	Trottoir	Toit	Aménagement non connecté	Servitude écologique	Piste multi	Jardin de pluie (5 %)	Gazon	Rues	Zone tampon	Rivière	Bassin de rétention	C	Total
Îlots d'habitations	m²	m²	m²	m²	m²	m²	m²	m²	m²						
1 (26 log.)	4 425,00	699,00	387,00	2 013,00	258,00			133	2021						
2 (26 log.)	4 481,00	723,00	399,00	2 005,00	258,00			133	2085						
3 (26 log.)	5 268,00	798,00	439,00	1 746,00	223,00	1 034,00		120	2145						
4 (41 log.)	7 177,00	902,00	513,00	2 443,00	366,00	1 107,00		166	3095						
5 (32 log.)	5 828,00	814,00	462,00	2 104,00	256,00	939,00		141	2388						
6 (48 log.)	11 119,00	1 259,00	729,00	4 750,00	352,00	1 508,00	266,00	292	3951						
7 (46 log.)	6 665,00	855,00	486,00	3 143,00	234,00	546,00	97,00	193	2452						
8 (44 log.)	11 584,00	1 102,00	643,00	3 682,00	1 534,00	991,00	175,00	293	4949						
9 (76 log.)	11 536,00	1 101,00	641,00	4 808,00	428,00	991,00	175,00	294	4840						
10 (44 log.)	11 583,00	1 102,00	642,00	3 682,00	1 534,00	1 007,00	175,00	293	4892						
11 (M.R.) (52 log.)	11 735,00	1 005,00	600,00	832,00	4 760,00	2 366,00		310	1903						
12 (16 log.)	2 132,00	338,00	193,00	1 019,00	74,00				1039						
477 log.															
Total :	93 533,00	10 698,00	6 134,00	32 227,00	10 277,00	10 489,00	888,00	2368	35760	0,00	0,00	0,00			108 841,00
C		1 069,80	490 720,00	27 392,95	8 221,60	1 573,35	222,00	0	7867					0,48	
Espaces publics															
Parcs (2)					27,00				2888						2 915,00
Rivière / ruisseaux												2 541,00			2 541,00
Zone tampon					385,00		3 036,00				166 597,00				170 018,00
Emprises des rues		4 988,00	1 723,00		1 458,00					27 445,00					35 614,00
Espaces résiduels									717						717,00
Total :		4 988,00	1 723,00	0,00	1 870,00	0,00	3 036,00	0	3605	27 445,00	166 597,00	2 541,00			
Grand total :		15 686,00	7 857,00	32 227,00	12 147,00	10 489,00	3 924,00	2368	39365	27 445,00	166 597,00	2 541,00			320 646,00
															320 646,00