

ÉVALUATION ET OPTIMISATION DES GAINS ENVIRONNEMENTAUX DÉCOULANT
D'UN PROGRAMME MUNICIPAL DE PLANTATION D'ARBRES

par
Simon St-Pierre

Essai présenté au Centre Universitaire de Formation en Environnement en vue de
l'obtention du grade de maîtrise en environnement (M. Env.)

Sous la direction de Frédéric Tremblay

CENTRE UNIVERSITAIRE DE FORMATION EN ENVIRONNEMENT
UNIVERSITÉ DE SHERBROOKE

Gatineau, Québec, Canada, 19 octobre 2011

SOMMAIRE

Mots-clés : Gatineau, municipal, plantation d'arbres, services écologiques, gains environnementaux, optimisation.

La plantation d'arbres en milieu urbain permet d'atténuer l'impact environnemental de l'urbanisation. L'écosystème urbain peut en effet bénéficier de services écologiques arboricoles qui permettent de régulariser le débit hydrique, d'améliorer la qualité de l'eau, d'augmenter la biodiversité, de séquestrer le carbone, de réduire le bruit, d'améliorer la qualité de l'air et d'atténuer les îlots de chaleur.

Entre 2006 et 2009, la ville de Gatineau a mis en œuvre un programme de plantation dont l'objectif était de procéder au verdissement, à l'embellissement et à l'amélioration du milieu de vie des citoyens de la ville de Gatineau par l'ajout de 100 000 arbres au cours du premier mandat du maire Marc Bureau. À échéance, le programme a largement atteint son objectif en termes d'arbres plantés. Le bilan du programme effectué par le Service de l'environnement de la municipalité comporte cependant peu de renseignements sur la performance environnementale du programme. Par ailleurs, les conclusions du bilan ne s'appuient aucunement sur les réalisations concrètes du programme; aucun site n'a fait l'objet d'une inspection post plantation.

L'objectif de ce travail est de mesurer les gains environnementaux découlant du programme 100 000 arbres de la ville de Gatineau et de formuler des recommandations pour optimiser ces gains.

L'étude de la documentation afférente au programme et l'analyse des résultats observés sur un échantillon de sites démontrent que les gains environnementaux sont principalement limités par le faible taux de survie et par des lacunes à l'égard du positionnement relatif des arbres aux structures urbaines. Pour optimiser ces gains, il est proposé d'effectuer un entretien et un suivi adéquat des plants, de déterminer les objectifs en termes de bénéfices mesurables et de sélectionner les projets de plantation en fonction de problèmes environnementaux précis. Les recommandations concrètes formulées en ce sens incluent l'élaboration d'un plan d'intervention environnemental arboricole, la mise sur pied d'un groupe de travail municipal multidisciplinaire, l'intégration de l'entretien et du suivi dans tous les projets, l'évaluation des bénéfices arboricoles à l'aide de logiciels de modélisation et l'élaboration d'un inventaire arboricole.

REMERCIEMENTS

Je tiens à remercier tout ceux qui m'ont encouragé – en cours de route ou sur l'ensemble du trajet – dans la réalisation de ces études à temps partiel. Sachez que chaque geste d'encouragement fut apprécié.

Merci aux camarades de classe avec qui j'ai accompli plusieurs travaux, particulièrement Vincent Simoneau et Michel Soucis, avec qui j'ai passé d'innombrables heures.

Merci à Benoit Lacasse, Sébastien Blouin et Helina Tadesse de m'avoir accordé de l'aide et de précieux conseils dans la réalisation de cet essai. Je remercie Alexandre Dumas et Michel Diver, de la ville de Gatineau, de m'avoir rencontré pour m'expliquer les rouages du programme 100 000 arbres.

Merci à Frédéric Tremblay de m'avoir guidé dans la réalisation de cet essai.

Finalement ma reconnaissance la plus sincère et chaleureuse va à ma famille, mes amis les plus proches et ma conjointe, pour le simple fait d'être présents dans ma vie.

Merci!!

TABLE DES MATIÈRES

INTRODUCTION	1
CHAPITRE 1 : RAISONS D'ÊTRE DES PROGRAMMES MUNICIPAUX DE PLANTATION D'ARBRES.....	3
1.1 Problèmes environnementaux découlant de l'urbanisation	3
1.1.1 Conséquences de l'urbanisation sur l'hydrologie et la qualité de l'eau	4
1.1.2 Qualité de l'air de l'écosystème urbain.....	5
1.1.3 Impact de l'urbanisation sur le climat	8
1.1.4 Impact du bruit sur l'écosystème urbain	9
1.1.5 Urbanisation et biodiversité	10
1.1.6 Perspectives sur l'évolution des écosystèmes urbains	12
1.2 Avantages environnementaux pouvant découler de la plantation d'arbres en milieu urbain.....	13
1.2.1 Régularisation du débit hydrique et amélioration de la qualité de l'eau.....	13
1.2.2 Réduction de la pollution atmosphérique	15
1.2.3 Réduction des îlots de chaleur	16
1.2.4 Réchauffement climatique planétaire	17
1.2.5 Augmentation de la biodiversité	17
1.2.6 Réduction de la pollution sonore	19
CHAPITRE 2 : DESCRIPTION DU PROGRAMME DE PLANTATION D'ARBRES DE LA VILLE DE GATINEAU.....	20
2.1 Portrait de la ville de Gatineau.....	20
2.1.1 Survol historique.....	20
2.1.2 Géographie et démographie.....	21

2.1.3	Milieux naturels.....	22
2.2	État de l'environnement.....	23
2.2.1	Îlots de chaleur.....	23
2.2.2	Qualité de l'air.....	24
2.2.3	Qualité de l'eau.....	25
2.2.4	Biodiversité.....	27
2.3	Description du programme 100 000 arbres de la ville de Gatineau.....	28
2.3.1	Lancement du programme 100 000 arbres à Gatineau.....	29
2.3.2	Objectifs et échéanciers.....	29
2.3.3	Plan d'action et mise en œuvre.....	30
2.3.4	Calibre des plants.....	32
2.3.5	Mesurage et suivi du programme.....	32
2.4	Bilan du programme 100 000 arbres de la ville de Gatineau.....	33
2.4.1	Bilan financier.....	33
2.4.2	Nombre d'arbres plantés.....	34
2.4.3	Caractérisation des sites et activités de plantation.....	35
2.4.4	Répartition des plantations dans les secteurs de Gatineau.....	36
2.4.5	Caractéristiques des plants.....	38
2.4.6	Taux de survie.....	39
2.4.7	Gains environnementaux.....	40
CHAPITRE 3 : ÉVALUATION DU BILAN ENVIRONNEMENTAL DÉCOULANT DU PROGRAMME DE PLANTATION 100 000 ARBRES DE LA VILLE DE GATINEAU		41
3.1	Paramètres de l'évaluation environnementale.....	41

3.2	Choix des indicateurs de services écologiques	42
3.2.1	Indicateurs de régularisation du débit hydrique et d'amélioration de la qualité de l'eau	42
3.2.2	Indicateur d'amélioration de la qualité de l'air	43
3.2.3	Indicateurs de biodiversité	44
3.2.4	Indicateurs de séquestration du carbone	44
3.2.5	Indicateurs d'atténuation du bruit	45
3.2.6	Indicateurs d'atténuation du phénomène d'îlots de chaleur urbains	45
3.2.7	Autres indicateurs	46
3.3	Choix de l'échantillon de sites	46
3.3.1	Sites avec carte inclus dans l'échantillon représentatif du programme	47
3.3.2	Sites sans carte inclus dans l'échantillon représentatif du programme	47
3.3.3	Sites avec carte non inclus dans l'échantillon	48
3.4	Méthodologie	48
3.4.1	Planification et déroulement des visites de sites	49
3.4.2	Instrumentation	50
3.4.3	Observations et résultats d'analyse	50
3.5	Évaluation des services écologiques et compte rendu propre à chaque site de plantation	51
3.5.1	École du Plateau	51
3.5.2	Parc du Plateau	52
3.5.3	Parc du Gabbro	53
3.5.4	Autoroute 5 – phase I	54

3.5.5	Parc du Lac-Beauchamp secteur nord	55
3.5.6	Parc du Lac-Beauchamp secteur du sentier ouest.....	57
3.5.7	Parc du Lac-Beauchamp secteur du lac.....	57
3.5.8	Parc Sanscartier	59
3.5.9	Parc Gendron	60
3.5.10	Parc du Landing	61
3.5.11	Parc de soccer Robitaille	61
3.5.12	Parc de soccer Jack-Éyamie	62
3.5.13	Gamelin	63
3.5.14	École St-Jean-de-Brébeuf	65
3.6	Évaluation globale des services écologiques découlant du programme de plantation	66
3.6.1	Régularisation du débit hydrique et amélioration de la qualité de l'eau.....	67
3.6.2	Amélioration de la qualité de l'air.....	68
3.6.3	Augmentation de la biodiversité	68
3.6.4	Atténuation du bruit	69
3.6.5	Atténuation du phénomène d'îlots de chaleur	69
3.6.6	Séquestration du carbone	70
3.7	Évaluation du taux de survie.....	70
 CHAPITRE 4 : RECOMMANDATIONS POUR L'OPTIMISATION DES GAINS ENVIRONNEMENTAUX DÉCOULANT D'UN PROGRAMME DE PLANTATION.....		
4.1	Constats.....	72
4.1.1	Atteinte des objectifs	72

4.1.2	Mise en œuvre et suivi	73
4.1.3	Gains environnementaux.....	74
4.2	Recommandations générales	75
4.3	Recommandations spécifiques	75
4.3.1	Élaborer un plan d'intervention environnemental arboricole	75
4.3.2	Établir un groupe de travail municipal et multidisciplinaire	76
4.3.3	Inclure l'entretien et le suivi dans tous les projets de plantations.....	76
4.3.4	Maintenir le volet grand public.....	77
4.3.5	Projet pilote : intégrer les logiciels de modélisation des bénéfices arboricoles de la trousse i-Tree dans le cadre d'évaluation des projets	77
4.3.6	Documenter les projets de plantation et instituer un inventaire arboricole	78
CONCLUSION		79
RÉFÉRENCES		82
ANNEXE 1 : TABLEAU RÉCAPITULATIF		88
ANNEXE 2 : CARTES DE SITES		98
ANNEXE 3 : FICHES D'OBSERVATIONS		105

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 2.1 : Rejets atmosphériques déclarés à l'Inventaire national des rejets de polluants	25
Tableau 2.2 : Rejets dans l'eau déclarés à l'Inventaire national des rejets de polluants	26
Tableau 2.3 : Gains anticipés de la plantation d'arbres par la ville de Gatineau	30
Tableau 2.4 : Financement du programme de plantation 100 000 arbres	34
Tableau 2.5 : Répartition du nombre d'arbres plantés en fonction des volets du plan d'action	35
Tableau 2.6 : Répartition du nombre d'arbres plantés par secteur de la ville de Gatineau	37
Tableau 3.1 : Caractéristiques des sites de plantations avec carte	47
Tableau 3.2 : Caractéristiques des sites de plantations sans cartes	48
Tableau 3.3 : Évaluation des services écologiques pour le site de l'école du Plateau	52
Tableau 3.4 : Évaluation des services écologiques pour le site du parc du Plateau	53
Tableau 3.5 : Évaluation des services écologiques pour le site du parc du Gabbro	54
Tableau 3.6 : Évaluation des services écologiques pour le site de l'autoroute 5 – phase I	54
Tableau 3.7 : Évaluation des services écologiques pour le site du parc du Lac-Bauchamp secteur nord	56
Tableau 3.8 : Évaluation des services écologiques pour le site du parc du Lac-Bauchamp secteur du sentier ouest	57
Tableau 3.9 : Évaluation des services écologiques pour le site du parc du Lac-Bauchamp secteur du lac	58
Tableau 3.10 : Évaluation des services écologiques pour le site du parc Sanscartier	59
Tableau 3.11 : Évaluation des services écologiques pour le site du parc Gendron	60
Tableau 3.12 : Évaluation des services écologiques pour le site du parc du Landing	61
Tableau 3.13 : Évaluation des services écologiques pour le site du parc de soccer Robitaille	62
Tableau 3.14 : Évaluation des services écologiques pour le site du parc de soccer Jack-Éyamie	63
Tableau 3.15 : Évaluation des services écologiques pour le site Gamelin	64

Tableau 3.16 : Évaluation des services écologiques pour le site de l'école St-Jean-de-Brébeuf	65
Tableau 3.17 : Taux de survie mesurés sur les sites de l'échantillon	71

LISTE DES FIGURES

Figure 2.1 : Densité de la population – ville de Gatineau (habitants/km ²)	21
Figure 2.2 : Cartographie des îlots de chaleurs à Gatineau	24
Figure 2.3 : Nombre d'arbres plantés annuellement dans le cadre du programme de plantation 100 000 arbres de la ville de Gatineau	34
Figure 2.4 : Distribution du nombre d'arbres par site de plantation	36
Figure 2.5 : Distribution des sites et activités de plantation dans les secteurs de la ville de Gatineau	37
Figure 2.6 : Distribution des arbres plantés dans les secteurs de la ville de Gatineau	37
Figure 2.7 : Corrélation du nombre de plantations et du nombre d'arbres en fonction de la population et de la superficie des secteurs de la ville de Gatineau	38
Figure 2.8 : Calibre des plants	39
Figure 2.9 : Proportion d'arbre et d'arbustes plantés	39
Figure 2.10 : Proportion de feuillus et de conifères plantés	39
Figure 3.1 : Localisation des sites visités	49
Figure 3.2 : Épinettes en bordure d'une sentier pavé à l'école du plateau	52
Figure 3.3 : Épinettes situés dans une légère pente à l'école du plateau	52
Figure 3.4 : Photographie du site de l'autoroute 5 – phase I	55
Figure 3.5 : Reboisement du secteur nord du parc du Lac-Beauchamp	56
Figure 3.6 : Plantation sur la berge du lac Beauchamp	58
Figure 3.7 : Faible taux de survie dans un champ au site du parc Sanscartier	60
Figure 3.8 : Plantation dans une clairière au site du parc Sanscartier	60
Figure 3.9 : Haie de thuyas au parc de soccer Robitaille	62
Figure 3.10 : Tentative de haie de thuyas au parc de soccer Jack-Éyamie	63
Figure 3.11 : Épinette blanche poussant au site Gamelin malgré la végétation compétitive	64

Figure 3.12 :	Épinette blanche poussant parmi la végétation rabattue au site Gamelin	64
Figure 3.13 :	Arbres plantés à proximité des balançoires de la cour de l'école St- Jean-de-Brébeuf	65
Figure 3.14 :	Pointage des services écologiques pour chacun des sites et pointage moyen	67

LISTE DES ACRONYMES, DES SYMBOLES ET DES SIGLES

CO	Monoxyde de carbone
COV	Composés organiques volatiles
GES	Gaz à effet de serres
GIEC	Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat
H ₂ SO ₄	Acide sulfurique
HNO ₃	Acide nitrique
IQBP	Indice de la qualité bactériologique et physio-chimique
MDDEP	Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs
NH ₃	Ammoniac
NH ₄ NO ₃	Nitrate d'ammonium
NO _x	Oxides d'azote
O ₃	Ozone
POP	Polluants organiques persistants
SO ₂	Dioxyde de soufre
USDA	United States Department of Agriculture

INTRODUCTION

L'urbanisation, phénomène bien établi dans les pays développés, s'accroît à l'échelle planétaire. D'ici 2050, près de 70 % de la population mondiale vivra dans une agglomération urbaine (Nations Unies, 1997). La destruction des milieux naturels sur lesquels s'établissent les écosystèmes urbains, la dépendance sans cesse grandissante des ressources provenant bien au-delà de leurs frontières et la concentration des sources de pollution font en sorte que l'urbanisation a des répercussions environnementales à l'échelle locale, régionale et planétaire – notamment sur l'eau, l'air, le climat et la biodiversité. L'urbanisation constitue donc un des plus importants problèmes environnementaux contemporains.

En dépit de la progression du phénomène, des solutions sont proposées afin d'atténuer les impacts de l'urbanisation sur l'environnement – la qualité de vie des citoyens et la protection des écosystèmes de la planète entière en dépend. L'une de ces solutions est la plantation d'arbres en milieu urbain. En effet, l'ajout d'arbres à l'écosystème urbain peut régulariser le débit hydrique, améliorer la qualité de l'eau, augmenter la biodiversité, séquestrer du carbone, réduire le bruit, améliorer la qualité de l'air et atténuer le phénomène d'îlots de chaleur. Par ailleurs, la plantation d'arbres comporte aussi des bénéfices économiques et sociaux. Il n'est donc pas surprenant de constater que de nombreux gouvernements adoptent des politiques, des programmes ou des lois pour favoriser la protection, l'entretien et la plantation d'arbres. La ville de Gatineau ne fait pas exception à cette tendance.

De 2006 à 2009, la ville de Gatineau a réalisé un ambitieux projet de plantation d'arbres. Comme son nom l'indique, le programme 100 000 arbres visait le verdissement, l'embellissement et l'amélioration du milieu de vie des citoyens de Gatineau par l'ajout de 100 000 arbres sur le territoire de la municipalité. Malgré le bilan dressé par la municipalité à la fin du projet, les gains environnementaux qui en découlent sont méconnus. Ces renseignements sont pourtant essentiels pour évaluer le rendement et la pertinence du programme.

Pour comprendre les motifs environnementaux de la plantation d'arbres en milieu urbain et élaborer un cadre d'analyse rigoureux conçu selon les connaissances scientifiques actuelles, une revue littéraire des conséquences environnementales de l'urbanisation et

des services écologiques arboricoles est présentée. Une caractérisation du contexte spécifique à la ville de Gatineau, comprenant un portrait du climat, des milieux naturels et de l'état de l'environnement, est également de mise. Les recommandations quant à l'optimisation des gains environnementaux sont élaborées en fonction de constats fondés sur l'évaluation de la documentation disponible, mais surtout sur les résultats tangibles du programme. Pour ce faire, les services écologiques obtenus par la plantation d'arbres sont mesurés sur les sites de plantation à l'aide d'indicateurs développés dans le cadre de ce travail. Des observations complémentaires, relativement aux méthodes de plantation, au suivi et à l'entretien sont également colligées aux fins de l'analyse.

Les informations sur les impacts environnementaux de l'urbanisation et sur les services écologiques procurés par les arbres urbains proviennent d'une revue de la littérature scientifique récente, ainsi que de publications gouvernementales et d'organismes spécialisés en la matière. Les renseignements étant abondants, leur synthèse porte sur les éléments les plus importants et consensuels. Une attention particulière est donnée à la situation géographique et au climat des sujets étudiés, afin que les renseignements transposés au contexte gatinois soient les plus fidèles possibles. L'étude de la performance environnementale du programme de plantation de la ville de Gatineau, effectuée à l'aide de sources d'information variées, telles que de nombreux documents et rapports produits par la ville, des témoignages d'employés municipaux et par l'observation de résultats à partir de visites de sites, assure une certaine objectivité à l'analyse.

CHAPITRE 1 : RAISONS D'ÊTRE DES PROGRAMMES MUNICIPAUX DE PLANTATION D'ARBRES.

Pour mieux comprendre les bénéfices que peut engendrer un programme municipal de plantation d'arbres, il est essentiel de connaître les impacts environnementaux de l'urbanisation et la capacité qu'ont les arbres de les atténuer.

1.1 Problèmes environnementaux découlant de l'urbanisation

L'urbanisation, le phénomène par lequel les populations humaines se concentrent sur un territoire donné, s'est accrue considérablement avec l'avènement de la mécanisation de l'agriculture, l'industrialisation, puis la croissance du secteur des services. C'est ainsi qu'en 1900, à peine 10 % de la population mondiale était urbaine alors qu'elle se chiffre maintenant à près de la moitié (Grimm *et al.*, 2008). Cette tendance devrait se maintenir tandis que la quasi-totalité de la croissance mondiale, principalement dans les pays en voie de développement, s'effectuera au profit de l'accroissement du nombre et de la taille des territoires densément peuplés (Nations Unies, 1997). D'ici 2050, environ 70 % de la population mondiale habitera en milieu urbain (Nations Unies, 1997). Dans les pays industrialisés, cette révolution démographique a déjà pris pied. À titre d'exemple, la population urbaine du Canada (≥ 400 habitants/km²) est passée de 8 millions en 1950 à 26 millions en 2006. À l'instar de la plupart des autres pays industrialisés, la population urbaine du Canada représente aujourd'hui près de 80 % de sa population totale (Nations Unies, 1997). Manifestement, de tels changements au plan humain ne se limitent pas aux aspects démographique et économique. Dans les faits, l'urbanisation est devenue un vecteur majeur de changements environnementaux à l'échelle de la planète.

Les conséquences environnementales de l'urbanisation sont multiples, profondes et dépassent les limites des villes. L'effet le plus direct est la destruction de territoires, jadis agricoles ou naturels, sur lesquels les villes se sont établies, puis étendues, entraînant ainsi une réduction des services écologiques fournis par lesdits territoires. La ville, de par ses constructions, ses habitants et son nouveau relief, forme un milieu de vie inédit : l'écosystème urbain. La qualité de vie dans cet environnement dénaturé subit l'impact de l'activité humaine et dépend d'une capacité réduite à fournir des services écologiques. De surcroît, la concentration de l'activité humaine dans les villes fait en sorte que l'empreinte écologique du milieu urbain dépasse des milliers de fois le territoire qu'il occupe (Grimm *et al.*, 2008). Les études de métabolisme urbain révèlent quant à elles que les villes

puisent leurs intrants, c'est-à-dire des matériaux, nourriture et énergie à même les écosystèmes fragilisés par ses extrants, soit ses produits et ses déchets (Huang *et al.*, 2010). Les répercussions environnementales de l'urbanisation ne se manifestent donc pas que sur l'écosystème urbain, mais s'étendent aussi à l'échelle locale, régionale et planétaire. Incidemment, la qualité de vie des citoyens dépend de tous ces écosystèmes. Bien que l'interdépendance entre ces écosystèmes fait l'objet de recherches et reste à être précisée (Seto and Satterthwaite, 2010), plusieurs problématiques environnementales de l'urbanisation sont déjà identifiées et bien connues.

1.1.1 Conséquences de l'urbanisation sur l'hydrologie et la qualité de l'eau

L'hydrologie de l'écosystème urbain est considérablement différente de celle qui existait antérieurement. Pour faire place à des routes, des trottoirs et des immeubles, les ruisseaux sont souvent transformés en canaux, les marais et les étangs sont remblayés, les plaines et les forêts sont rasées. En forêt, l'eau est évacuée à 50 % par percolation, 40 % par évapotranspiration et 10 % par ruissellement. Béton, pavage, brique et autres matériaux imperméables recouvrent la surface du milieu urbain, réduisant ainsi la percolation et l'évapotranspiration des précipitations, gonflant le volume de ruissellement et raccourcissant la période nécessaire à son évacuation (Paul and Meyer, 2001). Les effets de l'urbanisation sur l'hydrologie et l'environnement sont observables dès que la surface imperméable atteint de 3 à 20 % (Jacobson, 2011). Avec de 10 à 20 % de surface imperméable, le ruissellement double par rapport à un espace boisé. Dans les centres-villes où la portion imperméable dépasse 90 %, le ruissellement peut quintupler (Paul and Meyer, 2001). À long terme, le nouveau flux hydrique transforme considérablement les plans d'eau qui captent et évacuent l'eau de ruissellement. Entre autres, l'érosion creuse les ruisseaux en profondeur et en largeur, ce qui amenuise les bandes de végétation ripicoles qui filtrent les matières en suspension, les nutriments ainsi que la pollution (Paul and Meyer, 2001).

La capacité réduite des cours d'eau urbains à assainir l'eau par filtration, sédimentation, séquestration et biodégradation, combinée à la perte de milieux humides et l'évacuation de près de la moitié des précipitations par les égouts pluviaux, sans aucun traitement (Pickett *et al.*, 2011), sont d'autant plus problématiques que les précipitations se chargent des polluants qui tapissent les édifices, les routes, les caniveaux et les fossés. Ces eaux contiennent, entre autres, des niveaux élevés de nutriments (azote et phosphore), de

pesticides, d'hydrocarbures, d'ions (calcium, sodium, potassium, magnésium et chlore) de matières en suspension et de métaux (plomb, zinc, chrome, cuivre, manganèse, nickel, cadmium, etc). Leur provenance est principalement diffuse et compte entre autres, l'entretien des pelouses, l'épandage de sels de route, les huiles à moteur et l'usure de composantes automobiles. Autrement, cette pollution peut provenir des retombées atmosphériques des rejets industriels (Paul and Meyer, 2001). La transformation géomorphologique des cours d'eau urbains, ainsi que la charge en nutriments et en polluants ne sont pas sans effet sur la vie aquatique urbaine. La disparition d'espèces de poissons et de macroinvertébrés benthiques sensibles à la pollution est invariablement observée. Dans la majorité des cas, une croissance accrue d'algues et un réarrangement de la composition des espèces algales sont constatées (Walsh *et al.*, 2005).

Ultimement, l'eau de ruissellement de l'écosystème urbain, chargée de nutriments et de substances toxiques, est rejetée dans l'environnement aquatique sans aucun traitement (Paul and Meyer, 2001). À ces rejets, il faut ajouter les effluents industriels et les eaux usées domestiques. Au Canada, ces derniers sont dans la majorité des cas traités, mais demeurent une source de pollution et ont un impact sur l'environnement. Les systèmes d'égouts unitaires, qui collectent les eaux pluviales et domestiques usées, présents dans les plus anciennes villes ou dans les plus vieux quartiers, mènent au déversement sans traitement de ces eaux par des ouvrages de surverses lors d'averses importantes (Environnement Canada, 2001).

Au final, l'effluent urbain, qui combine l'eau de ruissellement, les eaux usées domestiques et les effluents industriels, rejette nombre de polluants, de pathogènes et de nutriments dans les cours d'eau récepteurs. Cette pollution aquatique dégrade la qualité générale de l'eau, cause l'anoxie et l'eutrophisation des cours d'eau, réduit la biodiversité aquatique, affecte la santé de la faune et la flore aquatique, réduit les usages récréatifs des plans d'eau et augmente les coûts de production d'eau potable des villes et des industries en aval (Environnement Canada, 2001).

1.1.2 Qualité de l'air de l'écosystème urbain

La dégradation de la qualité de l'air en milieu urbain est principalement tributaire d'activités anthropiques liées au transport, au chauffage et à la production industrielle. Les polluants les plus importants et communs sont le dioxyde de soufre (SO₂), les oxydes

d'azote (NO_x), les particules fines, les composés organiques volatiles (COV), le monoxyde de carbone (CO), l'ozone troposphérique (O_3) et l'ammoniac (NH_3). À ces substances peuvent s'ajouter des polluants organiques persistants (POP), tels que les dioxines et les furannes, des métaux lourds, comme le mercure et le plomb, ainsi que d'autres substances organiques toxiques, dont les hydrocarbures aromatiques polycycliques. Au total, plusieurs centaines de polluants atmosphériques toxiques ont été répertoriés (United States Environmental Protection Agency, 2008).

La contribution relative des différentes sources de pollution varie d'un endroit à l'autre en fonction de facteurs économiques, sociaux et technologiques. Les principales sources de pollution atmosphérique urbaines sont attribuables aux centrales thermiques, au chauffage des édifices au charbon, à l'huile ou au bois, aux moteurs carburant à l'essence ou au diesel dans le transport, aux émanations industrielles et à l'utilisation de produits chimiques volatiles. Plusieurs publications fournissent une description détaillée des sources de pollution atmosphérique ponctuelles et diffuses (Kuykendall *et al.*, 2009; United States Environmental Protection Agency, 2008; Fenger, 1999). De façon générale, la combustion de combustibles fossiles génère des NO_x , du CO, des particules fines et des COV. Le SO_2 est produit lors de la combustion de diesel et de charbon s'ils sont riches en soufre (Fenger, 1999). Une autre source importante d'émissions de SO_2 provient des fonderies à métaux (Environnement Canada, 2010b). Outre les polluants émis directement dans l'atmosphère, il existe également des polluants secondaires issus de réactions chimiques entre diverses molécules du cocktail gazeux urbain. L' O_3 troposphérique est notamment produit par la réaction de NO_x et de COV en présence des rayons ultraviolets du soleil. Une multitude de particules fines, qu'elles soit solides ou liquides, sont produites d'un amalgame de réactions entre SO_2 , NO_x , COV ou NH_3 (United States Environmental Protection Agency, 2008). Les dépôts acides, des particules humides ou sèches d'acide sulfurique (H_2SO_4), de nitrate d'ammonium (NH_4NO_3) et d'acide nitrique (HNO_3), ont pour origine le SO_2 et les NO_x (Environnement Canada, 2010d)

La situation géographique, le climat et la période des émissions jouent un rôle important sur la composition et la concentration des polluants atmosphériques de l'environnement urbain. Par exemple, au Canada, les problèmes liés à la qualité de l'air diffèrent en fonction des saisons : la contribution du chauffage augmente en hiver, entraînant le smog

hivernal, alors que l'été fournit la chaleur et l'ensoleillement propice à la formation de pollution secondaire, contributeur de smog photochimique. L'influence des vents est d'une importance particulière puisqu'ils peuvent disperser la pollution locale, mais également en transporter sur de longues distances en fonction des vents dominants (Fenger, 1999). L'absence de vent, qui fait en sorte que les composés s'accumuleront, exacerbera, entre autres, les épisodes de smog qui persistent plusieurs jours (Environnement Canada, 2011c). En contrepartie, la pollution est transportée sur des milliers de kilomètres, affectant environnement naturel ou urbain qui se trouve dans le panache. En ce sens, les vents dominants peuvent être un véhicule important, entre autres, de dépôts acides et de POP.

Les effets néfastes de la pollution atmosphérique sont bien connus pour la santé humaine et, dans une moindre mesure, pour l'environnement. Les principaux problèmes de santé chez les humains se manifestent par des pathologies des fonctions respiratoires et cardiaques. D'autres maladies incluent le cancer, des troubles de développement, des dysfonctions immunitaires et l'infertilité (United States Environmental Protection Agency, 2008). La gravité est fonction de la concentration et du temps d'exposition, exacerbant des problèmes de santé préexistants, mais pouvant entraîner la maladie et réduire l'espérance de vie. Étant donné les similitudes entre l'humain et d'autres espèces, il est possible que ces pathologies se retrouvent également chez la faune et la flore. D'autres effets sur l'écosystème urbain sont répertoriés. En l'occurrence, l'O₃ troposphérique endommage les feuilles et interfère avec des fonctions essentielles des végétaux de sorte à réduire la croissance des forêts et la production agricole. Les particules fines endommagent les écosystèmes et réduisent la visibilité (United States Environmental Protection Agency, 2008). La précipitation de NO_x gazeux détruit l'équilibre géochimique des cours d'eau et du sol. Les dépôts acides affectent la faune et la flore aquatique ainsi que les animaux sauvages, et endommagent la forêt et les bâtiments (Environnement Canada, 2010c; Environnement Canada, 2010d). D'autres polluants atmosphériques, comme les POP et les métaux lourds, précipitent et polluent les sols et les cours d'eau, y affectant sa faune et sa flore. Globalement, la dégradation de la qualité de l'air en milieu urbain est causée par les émissions locales et le transport de polluants sur de grandes distances. Parallèlement, ils endommagent des habitats naturels en voyageant sur de grandes distances.

1.1.3 Impact de l'urbanisation sur le climat

L'impact de l'urbanisation sur le climat se manifeste à l'échelle locale, régionale et planétaire. Plusieurs paramètres climatiques, tels que le vent, les précipitations et la température sont perturbés par la transformation du territoire et l'activité anthropique qui y prend place. Par exemple, la vitesse du vent est réduite par les surfaces rugueuses des matériaux (qui augmentent la friction avec l'air) et la présence d'édifices qui font obstacle au vent. Ce changement n'est pas sans effet puisque, comme il a été vu précédemment, la force du vent influence la qualité de l'air. Un autre exemple de modification climatique est l'augmentation des précipitations urbaines de 5 à 10 % causée par la présence de particules fines en suspension qui favorisent la condensation (Pickett *et al.*, 2011). L'effet individuel qu'ont la plupart des perturbations sur l'écosystème urbain sont peu connus, mais elles contribuent à l'ensemble des phénomènes climatiques urbains qui ont des répercussions sur la qualité de l'air, l'hydrologie et l'équilibre géochimique (Grimm *et al.*, 2008).

L'effet le plus notable et le mieux étudié de l'urbanisation sur le climat est son réchauffement. Les agglomérations urbaines seraient responsables de 30 à 40 % des émissions anthropiques de gaz à effet de serres (GES), alors que certains avancent une contribution de 75 à 80 % en tenant compte des émissions indirectes de la production électrique, de l'agriculture et la déforestation qui subviennent aux citoyens (Seto and Shepherd, 2009; Satterthwaite, 2008). Selon le dernier rapport du GIEC, les projections de hausses de températures planétaires d'ici 2100 varient de 1,1 à 6,4 °C (Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat, 2007).

Au réchauffement climatique planétaire s'ajoute un phénomène de réchauffement local, multifactoriel et ponctuel qui, dans certaines villes, peut contribuer de façon encore plus importante au réchauffement. Dès le début de l'ère industrielle, on a remarqué que la température des surfaces et de l'air ambiant différait de la ville aux milieux ruraux et naturels environnants. Ce phénomène, appelé îlots de chaleur urbains, s'explique par la réduction de la végétation au profit de matériaux dont la surface absorbe, emmagasine et transfère davantage l'énergie des radiations solaires. Notons que plus sont foncées les surfaces, tels que les toits, les murs et la chaussée, plus elles contribuent au phénomène. L'impact de la réduction de la végétation est double, puisque l'évapotranspiration, qui requiert de l'énergie pour faire passer l'eau en vapeur dans l'atmosphère, réduirait

normalement la température. Un autre facteur contribuant aux îlots de chaleur est l'activité humaine, tout particulièrement les pertes de chaleur associées à l'utilisation de combustibles, notamment dans le transport (Pickett *et al.*, 2011).

La différence de température moyenne entre les îlots de chaleur urbains et le milieu rural environnant se situe entre 1 et 3 °C. Cependant, des variations allant jusqu'à 12 °C sont possibles 2 à 3 heures suivant le coucher du soleil alors que l'effet est plus marqué (L'Encyclopédie canadienne, 2011; Pickett *et al.*, 2011; United States Environmental Protection Agency, 2009), tandis que l'écart de température entre les surfaces urbaine et naturelle lors d'une journée chaude et ensoleillé peut atteindre 15 °C (United States Environmental Protection Agency, 2009). Il faut cependant noter que l'ampleur de l'effet dépend d'une multitude de facteurs incluant le climat, la saison, l'étendue et la géométrie urbaine, la taille la population et l'activité économique.

Le réchauffement de l'écosystème urbain peut causer des effets sur la végétation qui incluent le bourgeonnement précoce, une chute tardive des feuilles et le prolongement de la floraison (Pickett *et al.*, 2011). La vie aquatique est perturbée par l'augmentation de la température de l'eau et son ruissellement peut même causer des chocs thermiques chez certains poissons (United States Environmental Protection Agency, 2009). Des températures plus élevées accroîtront les besoins en climatisation, ce qui en soi peut contribuer aux émissions de GES et au réchauffement. La chaleur accablante auquel contribue le phénomène d'îlots de chaleur urbains peut causer de l'inconfort, des faiblesses, des troubles de la conscience, des crampes, des syncopes, des coups de chaleur, ou aggraver des maladies chroniques préexistantes au point de causer la mort (Institut national de la santé publique du Québec, 2009). À noter que les personnes prédisposées à subir des complications dues à la chaleur accablante sont souvent les mêmes qui sont affectés par la piètre qualité de l'air. Il s'agit d'un problème de santé publique important puisque ces conditions surviennent dans les agglomérations urbaines du Québec en période estivale.

1.1.4 Impact du bruit sur l'écosystème urbain

Causé par le transport ferroviaire, aérien, mais surtout routier, les industries, les systèmes de ventilation et de climatisation, par les chantiers de construction, la machinerie de toutes sortes, les klaxons, les sirènes et les foules, l'amalgame de bruits d'origine

humaine est propagés par les surfaces dures de l'environnement urbain, qui, à l'inverse des surfaces naturelles ou végétalisées, l'atténuent. Le bruit se distingue des autres sons par sa nature intense, dérangeante, déplaisante ou inattendue. Omniprésent, il figure en tête de liste des plaintes pour nuisance (Muzet, 2007). Chez l'humain, il peut causer l'hypertension, le stress, des dysfonctions auditives, une diminution des performances cognitives et des troubles du sommeil (Barber *et al.*, 2010; Muzet, 2007). Certains troubles de santé observés chez les humains, comme la baisse de l'ouïe, ont également été observés chez la faune urbaine (Barber *et al.*, 2010). La plupart des études fauniques portent sur l'effet de la proximité des routes ou des aéroports. Les impacts répertoriés incluent une baisse du succès reproductif chez certaines espèces, ainsi qu'une réduction de la densité et de la diversité de la faune aviaire (Halfwerk *et al.*, 2011; Warren *et al.*, 2006). Il faut cependant remarquer que la connaissance des impacts du bruit sur la faune urbaine et leur causalité sont occultés par la difficulté d'isoler le phénomène (Warren *et al.*, 2006). Il pourrait toutefois s'expliquer par la modification des comportements due à l'association du bruit au danger, ou par la dissimulation de signaux de communication sonores. D'ailleurs, on a remarqué que les oiseaux urbains adaptent la fréquence et l'amplitude de leurs chants pour contrer les interférences acoustiques ambiantes (Warren *et al.*, 2006). Il est donc plausible que la désaffectation de certaines espèces aux abords de sources importantes de bruit soit due à leur incapacité de s'adapter à un tel environnement acoustique.

1.1.5 Urbanisation et biodiversité

Le déclin de la biodiversité observé à l'échelle planétaire n'est pas que l'œuvre de l'urbanisation, mais d'un ensemble d'activités et de transformations anthropiques qui inclut l'industrialisation, le transport et l'intensification de l'agriculture. La biodiversité désigne l'ensemble de la diversité biologique, y compris la diversité entre espèces, au sein des espèces et des écosystèmes (Nations Unies, 1992). Il s'agit donc d'un concept plutôt complexe, que l'on peut mesurer à l'aide de nombreux indicateurs, sur diverses échelles d'espace et de temps.

L'état de la connaissance de la biodiversité de l'écosystème urbain se limite essentiellement à l'analyse des inventaires des espèces. Contrairement au phénomène d'urbanisation dans son ensemble, la dénaturaion du territoire sur lequel se constitue un nouvel écosystème urbain ne réduit pas nécessairement la biodiversité (Pickett *et al.*,

2011; Faeth *et al.*, 2005). En effet, les nombreuses études portant sur le nombre d'espèces en milieu urbain n'arrivent pas au même diagnostic (Faeth *et al.*, 2005). Tout comme leurs conclusions, leur méthodologie, ainsi que les espèces et les climats étudiés divergent (Faeth *et al.*, 2005). S'il semble difficile de statuer de façon définitive sur le sort de la diversité des espèces, il n'en demeure pas moins que quelques consensus émergent. Ainsi, il appert que l'urbanisation exerce un important réaménagement de la composition, de la distribution et des interactions trophiques des espèces (Pickett *et al.*, 2011; Faeth *et al.*, 2005). C'est donc dire que l'écosystème urbain n'abrite pas nécessairement moins d'espèces, mais d'autres espèces. Nécessairement, la présence d'espèces différentes produira un nouveau réseau trophique. Ce phénomène est bien illustré par l'augmentation de la faune aviaire granivore, alors que l'inverse se produit pour leurs congénères insectivores; vraisemblablement en fonction de la disponibilité de leur nourriture de prédilection respectives. La biodiversité des plantes a la particularité de subir l'influence humaine directe. Le jardinage, l'horticulture, l'arboriculture et d'autres pratiques de gestion d'espaces verts font usage d'une multitude de cultivars et de végétaux exotiques (Faeth *et al.*, 2005). Cependant, pour la majorité des taxons étudiés, bon nombre d'espèces indigènes disparaissent au profit d'espèces domestiques ou exotiques colonisatrices. Évidemment, certaines espèces indigènes disparaissent parce qu'elles ne sont pas adaptées à l'écosystème urbain et ont une tolérance limitée à la pollution. Les faunes terrestres et aquatiques indigènes sont d'autant affectées par la fragmentation du territoire qui fait obstacle à leur libre circulation. En contrepartie, les espèces colonisatrices sont, pour la plupart, généralistes et bien adaptées au biotope urbain (Pickett *et al.*, 2011). Au final, la biocénose d'une agglomération urbaine, bien qu'empruntant des espèces à l'environnement naturel avoisinant, y diffère au point tel qu'il partage plus d'espèces de plantes et d'oiseaux avec les autres écosystèmes urbains qu'avec ce dernier (Pickett *et al.*, 2011).

Les conséquences de l'apparition d'une biodiversité propre à l'écosystème urbain varient selon les perspectives. La destruction d'un écosystème au profit d'un équilibre dénaturé, soumis comme nul autre aux aléas des technologies et des activités humaines, peut en soi être interprétée comme un désastre environnemental. D'une conception plus anthropique de l'environnement, on jugera que l'absence de familiarité du citoyen à la biodiversité des habitats naturels avoisinant le dissociera d'un sentiment identitaire et

d'appartenance à la nature qui l'entoure (Turner *et al.*, 2004). Cette appréciation de la nature est pourtant essentielle à toute conscientisation préalable à une modification du comportement du citoyen en fonction de son véritable champ d'influence. Forcément, ses impacts environnementaux dépassent de loin les limites de sa ville. En tout état de cause, l'état de la biodiversité d'une agglomération urbaine ou même d'un quartier, est symptomatique de ses multiples problématiques environnementales. En ce sens, il constitue un bon indicateur de l'impact de l'urbanisation sur une région donnée.

1.1.6 Perspectives sur l'évolution des écosystèmes urbains

La gravité des problématiques environnementales décrites dans les précédents paragraphes ne se manifeste pas de la même façon selon le climat, la topographie, la densité de la population, le niveau de développement économique, la taille et l'âge d'une agglomération urbaine. L'évolution de l'écosystème urbain de chaque agglomération est unique. Une dichotomie se dessine cependant entre pays développés et pays en développement en ce qui a trait à l'évolution des problématiques environnementales. Alors que l'urbanisation et la pollution sont en forte croissance dans les pays en développement, ceux-ci n'ont pas nécessairement les mêmes moyens que les pays développés pour mettre en œuvre des mesures d'atténuation.

L'histoire nous apprend qu'en dépit de la perte irréversible d'écosystèmes, et de la progression de la destruction à la même mesure que l'étalement urbain, il est possible de remédier à certains impacts. Pour ce faire, il aura certes fallu que la situation se dégrade, parfois de façon catastrophique, pour que des mesures concrètes soient adoptées. Le Grand smog de Londres de 1952 représente un exemple particulièrement révélateur en ce sens. À une époque où les épisodes de smog étaient communs, ce dernier fut particulièrement dense et entraîna la mort de milliers d'individus. Le désastre insuffla à la population l'importance de la qualité de l'environnement et marqua un tournant quant à la nécessité de la recherche et de la réglementation environnementale. Quatre ans plus tard, l'adoption du *Clean Air Act* devenait la première réglementation du genre. Aujourd'hui, une lignée de lois environnementales a non seulement freiné la dégradation de la qualité de l'air, elle a contribué à son amélioration (United States Environmental Protection Agency, 2008; Fenger, 1999).

À l'instar de la qualité de l'air, il existe nécessairement des solutions pour tenter de pallier à bon nombre de problématiques environnementales urbaines : ceintures de verdure limitant la fragmentation du territoire, revégétalisation des berges restaurant la qualité des cours d'eau, aménagement de milieux humides compensatoires, déploiement de transports collectifs, etc. Puisque urbanisation et environnement évoluent conjointement, la restauration de services écologiques en milieu urbain et l'atténuation des impacts de l'urbanisation sont essentiels à la qualité de vie des citoyens, de l'environnement naturel avoisinant et de la planète entière. Reconnaisant que beaucoup reste à accomplir, il en va de la volonté politique et citoyenne, ainsi que de l'injection de moyens financiers et d'ingéniosité.

1.2 Avantages environnementaux pouvant découler de la plantation d'arbres en milieu urbain

La plantation d'arbres en milieu urbain est une solution envisageable pour contrer de nombreuses problématiques environnementales urbaines. Les gains environnementaux qui en résultent découlent soit de l'atténuation de la pollution ou de la restauration de services écologiques. Chacune des problématiques environnementales décrites précédemment peut, dans une certaine mesure, être remédiée par la plantation d'arbres urbains.

1.2.1 Régularisation du débit hydrique et amélioration de la qualité de l'eau

Lorsque planté en milieu urbain, un arbre contribuera à régulariser le débit hydrique, réduire l'érosion des cours d'eau et améliorer la qualité de l'eau.

Le propre des cours d'eau urbains est l'incapacité de régulariser et d'épurer le flux hydrique anormalement élevé découlant du ruissellement. Conséquemment, les arbres fournissent un important service écologique en réduisant le volume et le débit de ruissellement. Pour ce faire, diverses parties et fonctions de l'arbre sont mises à contribution. En premier lieu, le feuillage des conifères et des feuillus, qui représente en moyenne de 6,5 et 4,7 fois la surface recouverte par l'arbre (Barber *et al.*, 2010), interceptent et adsorbent les précipitations. Une fois captée, une partie de l'eau s'évaporera et l'autre prendra beaucoup plus de temps à ruisseler que si elle avait atteint une surface imperméable. Dans le cas où ladite surface est une route, la réduction du volume de ruissellement à également l'avantage de minimiser le lessivage de polluants

qui la recouvre. Le ruissellement est aussi atténué par l'absorption d'eau par la litière composée de feuilles mortes et par les racines. Tout comme l'eau adsorbée par les feuilles, elle sera rejetée progressivement dans l'atmosphère sous forme gazeuse par évaporation au sol ou par transpiration au niveau des feuilles (Lessard et Boulfroy, 2008).

En bordure des plans d'eau, les arbres fournissent de l'ombrage contribuant à régulariser la température de l'eau et réduire la production d'algues (Newham *et al.*, 2011). De plus, le système racinaire stabilise les berges, limitant l'érosion et contribuant à maintenir la végétation ripicole en place (Lessard et Boulfroy, 2008). La présence de végétaux sur les berges, incluant des arbres et des arbustes, réduit l'apport en nutriments, particulièrement par dénitrification, de polluants et de matières en suspension de l'eau de ruissellement qui y circule (Newham *et al.*, 2011). Cependant, cette fonction est limitée dans l'écosystème urbain par le fait que les réseaux de captage et d'élimination des eaux de ruissellement sont traditionnellement conçus pour évacuer l'eau le plus rapidement possible, l'acheminant aux plans d'eau par des conduites, sans passer par la berge (Walsh *et al.*, 2005). À ce titre, la plantation d'arbres sur les berges d'un ruisseau urbain ne pourrait d'aucune façon restaurer les services écologiques qu'aurait une forêt riveraine à l'état naturel. En effet, le problème demeure considérable tant que l'on n'augmente pas le temps de résidence de l'eau dans des écosystèmes la traitant par des processus naturels (Pickett *et al.*, 2011; Walsh *et al.*, 2005). Dans les cas où la dégradation de l'eau et les risques d'inondation le justifient, l'intégration au réseau hydrographique d'écosystèmes aquatiques construits, tels que des marais filtrants ou des bassins de rétention, peut s'avérer nécessaire. Dans ce contexte, la plantation de végétaux, incluant des arbres et des arbustes, à même les berges de ces structures aura des fonctions semblables aux abords des autres plans d'eau urbains, mais seraient plus efficaces (Ville de Saint-Jérôme, 2010).

En somme, la plantation d'arbres amoindrit les problématiques liées au ruissellement urbain, tout en augmentant l'évapotranspiration, qui régule le climat et la percolation, qui recharge la nappe phréatique. Concrètement, la réduction du volume de ruissellement aux périodes de pointe peut engendrer des économies liées à l'entretien et la construction d'infrastructures de captage, d'évacuation et de traitement des eaux. En ce qui a trait à l'ajout d'arbres pour stabiliser les berges et traiter l'eau de ruissellement, la valeur ajoutée des services écologiques rendus pourraient être optimisée en fonction de la localisation et

s'avère une solution secondaire à la régulation du débit par la restitution de milieux humides ou d'ouvrages de rétention.

1.2.2 Réduction de la pollution atmosphérique

Les gains environnementaux découlant de la présence d'arbres en milieu urbain sur la qualité de l'air dépendent de fonctions directes, par l'élimination de polluants, et indirectes en agissant sur la formation de la pollution atmosphérique secondaire.

Comme on verra dans la section suivante, la plantation d'arbres contribue à lutter l'effet d'îlots de chaleur urbains et les changements climatiques. Ce faisant, la production de polluants secondaires dont la réaction chimique dépend de la température, tels que ceux engendrant le smog photochimique, est réduite (Leung *et al.*, 2011).

L'action directe des arbres à éliminer les principaux polluants atmosphériques urbains dépend de l'adsorption de particules fines par les feuilles, troncs et branches. Les particules interceptées seront éventuellement rejetées à nouveau, lessivées par les précipitations ou chuteront au sol avec la végétation. L'échange gazeux via les stomates des feuilles occasionne quant à lui l'absorption, la transformation et la séquestration de polluants; les gaz acides étant dissous, alors que d'autres molécules réagissent avec la surface interne des feuilles (Nowak *et al.*, 2006).

La présence d'arbres a néanmoins des effets indésirables pour la qualité de l'air. À ce titre, ils émettent naturellement, en réponse à certains stress comme des températures élevées, une quantité non négligeable de COV (Leung *et al.*, 2011). Qu'ils soient d'origine anthropique ou naturelle, les COV contribuent aux mêmes problématiques urbaines de qualité de l'air : O₃ troposphérique, particules fines et smog photochimique. De plus, des problèmes de santé liés à l'émission de pollens arboricoles ou de spores fongiques associés aux arbres peuvent causer des allergies et autres inflammations respiratoires (Leung *et al.*, 2011). Il faut cependant noter que l'émission de COV et de pollen varie selon les essences. Les répercussions négatives peuvent conséquemment être amenés avec un choix judicieux lors de la plantation.

La modélisation des effets cumulatifs de la présence d'arbres sur la qualité de l'air en milieu urbain permet de constater qu'en dépit des inconvénients, l'impact est globalement positif (Leung *et al.*, 2011; Nowak *et al.*, 2006). La plantation d'essences à faible émission

de COV permettrait même de réduire la formation d'O₃ troposphérique (Nowak *et al.*, 2006). Aux États-unis, la valeur des gains environnementaux découlant de l'élimination de NO₂, SO₂, O₃ troposphérique, CO et particules fines est estimée à plusieurs milliards de dollars (Nowak *et al.*, 2006).

1.2.3 Réduction des îlots de chaleur

La problématique d'îlots de chaleur urbains étant largement due au remplacement de la végétation par des matériaux aux propriétés thermiques différentes, une des solutions est forcément de revégétaliser la trame urbaine. L'ajout d'arbres agit de diverses façons pour régulariser la température du milieu urbain.

Premièrement, la canopée absorbe et réfléchit une partie de l'énergie du rayonnement solaire et crée de l'ombrage. L'énergie absorbée par le feuillage est y transformée à des fins biochimiques et est requise pour la transpiration. Il est estimé qu'une aire ombragée ne reçoit plus que de 10 à 30 % de lumière (United States Environmental Protection Agency, 2009). L'ombrage créé sur les surfaces construites a une incidence directe sur leur capacité d'emmagasiner l'énergie du rayonnement solaire pour ensuite la réémettre sous forme de chaleur. Les surfaces ombragées sont donc moins chaudes et ne réchauffent pas autant l'air ambiant. L'ombrage peut également servir à climatiser les habitations, surtout en empêchant la lumière de pénétrer par les fenêtres, mais aussi en rafraîchissant les parements.

L'effet qu'ont les arbres sur l'hydrologie urbaine est le second procédé par lesquels ils décroissent de façon marquée le bilan énergétique de l'écosystème urbain. Comme il a été décrit précédemment, les arbres réduisent le volume et le débit de ruissellement. Ce faisant, l'évacuation de l'eau par évaporation et transpiration est accrue. Dans des conditions optimales, un seul arbre éliminerait 450 litres d'eau par évapotranspiration par jour (Institut national de la santé publique du Québec, 2009). L'énergie requise pour le passage de cette eau de la phase liquide à gazeuse est puisée des surfaces et de l'air ambiant, ce qui les refroidit.

L'efficacité de la plantation d'arbres afin de contrer les îlots de chaleur urbains a déjà été démontrée. Il existe plusieurs exemples : l'aménagement d'un parc réduirait la température ambiante de 2 à 6 °C (Institut national de la santé publique du Québec, 2009); une différence de 2 à 3 °C est mesurable entre un quartier aux arbres matures et

un nouveau développement urbain (United States Environmental Protection Agency, 2009); l'ombrage enveloppant un véhicule stationné le refroidirait de 25 °C (United States Environmental Protection Agency, 2009). Il faut cependant remarquer que l'efficacité de ces mesures requiert un positionnement et un choix d'arbre judicieux. Au Québec, pour maximiser le refroidissement en été, sans pour autant compromettre le réchauffement en hiver, il est important de choisir des arbres aux feuilles caduques et de les planter sur les faces est, sud-est, sud-ouest et ouest des bâtiments (Institut national de la santé publique du Québec, 2009). Les conifères trouvent quant à eux une utilité en hiver sur la face nord des bâtiments comme brise-vents (United States Environmental Protection Agency, 2009).

1.2.4 Réchauffement climatique planétaire

Lorsqu'ils croissent, les arbres captent et séquestrent du CO₂, le retirant de l'atmosphère. Le CO₂ est transformé par photosynthèse pour contribuer à l'accumulation de la biomasse végétale de l'arbre. Ce faisant, les arbres en croissance agissent comme des puits de carbone. Par contre, lorsqu'un arbre est arrivé à maturité, l'échange de CO₂ devient neutre, alors qu'après sa mort, il sera réémis dans l'atmosphère par décomposition. L'usage du bois comme matériaux de construction ou pour fabriquer des meubles retardera l'ultime retour du carbone à l'atmosphère.

La capacité des arbres à capturer et séquestrer le carbone dépend d'une panoplie de facteurs liés au climat, à la croissance et à l'essence. Arbres Canada fait état d'un taux de séquestration moyen de 2,5 kg de carbone par année pour un arbre en milieu urbain (Arbres Canada, 1999). Selon cet estimé, l'arbre moyen séquestrera 200 kg de carbone sur une période de 80 ans. Quant au Centre collégial de transfert de technologie en foresterie de Sainte-Foy, il rapporte qu'un érable à Giguère et une épinette bleue fixent, respectivement, 117 kg et 148 kg de carbone, pour une moyenne annuelle de 2,25 et 3,4 kg/an (Lessard et Boulfroy, 2008).

1.2.5 Augmentation de la biodiversité

L'introduction de nouvelles essences d'arbres peut en soi constituer une augmentation de la biodiversité de l'écosystème urbain. Les arbres favorisent également l'établissement de plusieurs espèces d'oiseaux, d'insectes et de petits mammifères en leur fournissant abri, protection et nourriture. En fait, les arbres représentent un habitat pour de nombreuses

espèces. Naturellement, leurs glands, baies et samares assurent un approvisionnement en nourriture (Lessard et Boulfroy, 2008). Dans son ensemble, la plantation d'arbres aura un impact positif sur la biodiversité. Il y a cependant lieu de s'interroger à savoir si l'augmentation de la biodiversité se traduit nécessairement en gains environnementaux.

La valeur environnementale attribuée à la biodiversité d'un écosystème urbain peut en effet être teintée de subjectivité. Par exemple, qu'en est-il de l'augmentation de la biodiversité lorsqu'elle est attribuable à l'accroissement d'espèces colonisatrices? Est-ce favorable? Inversement, est-il nécessairement indésirable d'augmenter des peuplements d'espèces végétales indigènes au détriment de la plantation d'espèces exotiques qui accroîtrait le nombre d'espèces?

Afin de soupeser les gains environnementaux découlant de la biodiversité de manière moins équivoque, il est nécessaire de cibler des problématiques bien précises et d'évaluer les effets sur la biodiversité à différentes échelles.

Une des principales problématiques découlant de la biodiversité urbaine est l'homogénéisation de cette dernière, indépendamment de l'environnement naturel immédiat de chaque ville. Il peut sembler paradoxal de souhaiter limiter la progression de la biodiversité urbaine à l'échelle locale pour favoriser la préservation de la biodiversité mondiale. Or, cette dernière est tributaire des écosystèmes naturels locaux aux quatre coins de la planète qui sont mis à mal par une biodiversité urbaine homogène à cette échelle (Alvey, 2006). De ce point de vue, la plantation d'essences d'arbres indigènes devrait être favorisée pour que la biodiversité urbaine tende vers l'harmonie avec les habitats naturels locaux. L'aménagement d'espaces verts qui relie des territoires naturels fragmentés par l'urbanisation serait un autre moyen de favoriser la biodiversité locale et de rendre la nature plus accessible aux citoyens. Lors de tels exercices, il faut cependant tenir compte du fait que la complexité des réseaux trophiques de l'écosystème urbain fait en sorte qu'en certaines circonstances, l'apport d'espèces indigènes peut favoriser la biodiversité locale des autres groupes taxonomiques (Nilon, 2011). À ce titre, il peut être difficile de prédire les aboutissants de l'intervention humaine; la protection de territoires naturels serait moins risquée et plus efficace.

Il y aurait aussi lieu de corriger la répartition hétérogène de la biodiversité qui défavorise certains quartiers. Non seulement, la biodiversité diminue-t-elle drastiquement dans les

zones fortement urbanisées, mais elle fluctue d'un quartier à l'autre en fonction de facteurs socio-économiques (Nilon, 2011; Alvey, 2006). La démocratisation de la biodiversité à l'ensemble des quartiers d'une agglomération urbaine devrait être favorisée pour sensibiliser un plus grand nombre de citoyens aux problématiques environnementales (Nilon, 2011; Alvey, 2006). En fonction de cette perspective, l'ajout d'arbres en priorisant les secteurs qui en sont d'emblée démunis procurerait à la fois une biodiversité accrue et des gains environnementaux.

1.2.6 Réduction de la pollution sonore

L'atténuation du bruit par la plantation d'arbres peut s'effectuer au moyen d'aménagements spécifiques. Par exemple, un talus planté de végétaux sur une largeur de 30 m et une hauteur de 15 m peut atténuer la perception du bruit de 30 à 40 % (Lessard et Boulfroy, 2008). Bien que moins efficace qu'un mur anti-bruit (Bolund et Hunhammar, 1999), un écran végétal aura l'avantage d'être plus esthétique. Comme ils sont fréquemment employés en bordure des routes, ils peuvent avoir des bénéfices additionnels, comme la filtration de la pollution due au transport routier et servir d'écran visuel à la circulation (Bolund and Hunhammar, 1999). Dans ces fonctions, les conifères sont préférables puisqu'ils sont plus denses et font écran en toute saison.

CHAPITRE 2 : DESCRIPTION DU PROGRAMME DE PLANTATION D'ARBRES DE LA VILLE DE GATINEAU

Telles qu'exposées au précédent chapitre, les problématiques environnementales et les gains environnementaux pouvant découler de la plantation d'arbres se manifestent en fonction des particularités propres à chaque écosystème urbain, voir même à chaque quartier. La ville de Gatineau n'y fait pas exception. En 2006, cette dernière alla de l'avant avec un ambitieux projet de plantation d'arbres. Pour mieux comprendre les motivations derrière la mise en œuvre d'un tel projet et évaluer la mesure avec laquelle elle s'avère une solution sur le plan environnemental, il est d'abord nécessaire de prendre connaissance de la municipalité et de son environnement. La ville ayant déjà fait état des résultats de son programme de plantation, un résumé de son bilan, ainsi qu'une analyse plus poussée des données disponibles, sont proposés à la fin de ce chapitre. Ces renseignements sont en quelque sorte le point de départ de l'analyse des services écologiques découlant du programme, analyse exposée au chapitre suivant, et représentant le cœur du présent travail.

2.1 Portrait de la ville de Gatineau

Région d'abord fréquentée par les Européens pour la traite de fourrure, l'évolution économique du territoire situé au confluent des rivières des Outaouais et Gatineau explique en grande partie l'évolution démographique et environnementale du territoire dont fait aujourd'hui partie la ville de Gatineau. À ces facteurs ayant transformé le milieu naturel au fil du temps, il faut ajouter la géographie et le climat pour expliquer l'état actuel de l'écosystème urbain.

2.1.1 Survol historique

Peuplée par les peuples autochtones depuis au moins six millénaires, la région de l'Outaouais vit s'établir les premières habitations européennes permanentes en 1800 (Blanchette, 2009). D'abord à vocation agricole, le territoire sur lequel sied l'actuelle ville de Gatineau devint progressivement industriel à partir de 1886 avant d'amorcer, au milieu du XXe siècle, une transition économique en faveur d'un secteur des services dominé par la fonction publique du gouvernement du Canada (*ibid.*). L'aménagement régional actuel n'est pas étranger à l'œuvre de l'urbaniste français Jacques Gréber, qui proposa, en 1949, une vision pour la région de la capitale fédérale qui incluait, entre autres, des espaces verts récréatifs pour l'usage des fonctionnaires (*ibid.*). Cette vision détonne

incontestablement de l'époque où l'exploitation des ressources forestières contribuait à l'économie régionale. Il y a notamment eu l'exportation massive de pin blanc et de chêne qui servirent à la construction des navires britanniques combattant les forces de Napoléon Bonaparte, ensuite la production de bois de sciage et, plus tard, vers la fin du XIXe siècle, l'émergence de l'industrie des pâtes et papiers (*ibid.*). Il va sans dire que ces périodes d'exploitation forestières s'accompagnèrent d'un déboisement rapide et important de la région.

2.1.2 Géographie et démographie

Située dans la vallée de l'Outaouais, à la frontière ontarienne au sud-ouest du Québec, l'actuelle ville de Gatineau fait partie de l'agglomération urbaine d'Ottawa-Gatineau qui compte environ 1,2 million d'habitants (Institut de la statistique du Québec, 2011; Ville d'Ottawa, 2011). À elle seule, la ville compte 260 809 habitants répartis sur 345 km², ce qui donne une densité de 751,1 habitants/km² (Institut de la statistique du Québec, 2011). La figure 2.1 montre la répartition de la population sur le territoire de la ville.

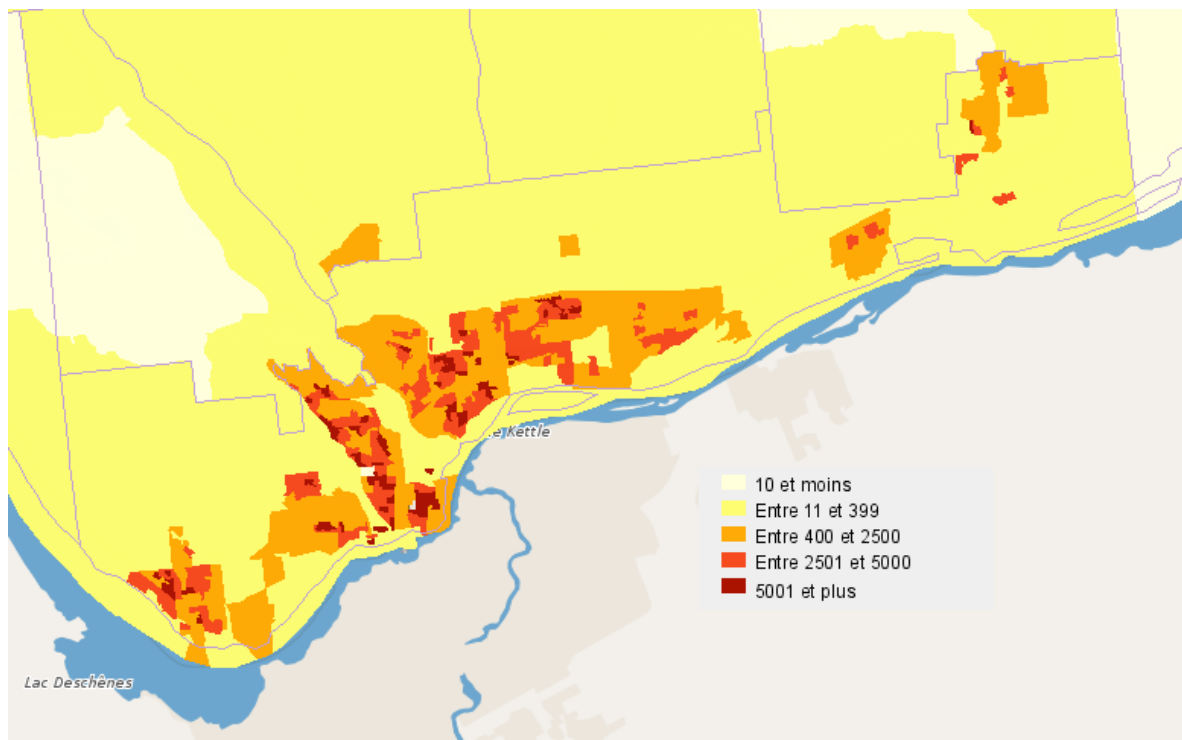


Figure 2.1 : Densité de la population – ville de Gatineau (habitants/km²)
(Tiré de Institut national de santé publique du Québec, 2011)

Les quarante dernières années ont été marquées par une forte croissance démographique, alors que la population s'est accrue de 100 000 personnes et de 70 000 logements. Notons que les projections démographiques pour les 20 prochaines années prévoient l'atteinte du cap des 300 000 habitants, ce qui devrait se traduire par l'ajout de quelques 30 000 ménages. (Ville de Gatineau, 2011a)

Issue de multiples fusions municipales, la ville de Gatineau est constituée de seize villages urbains, qui s'étendent pour la plupart d'est en ouest, le long de la rivière des Outaouais (Ville de Gatineau, 2009b). Le périmètre d'urbanisation, qui comprend chacun des villages urbains, représente 55 % du territoire de la ville. Concrètement, les milieux urbanisés ne couvrent que 35 % de la superficie totale (Ville de Gatineau, 2004). De fait, la part du lion revient aux milieux naturels. Cette caractéristique fait d'ailleurs partie de la marque de commerce de la ville, qui met en valeur l'attrait de ses vastes espaces verts et cours d'eau.

2.1.3 Milieux naturels

La ville de Gatineau possède un climat continental humide et appartient aux domaines bioclimatiques de l'érablière sucrière à caryer cordiforme et l'érablière sucrière à tilleul. Les plans d'eau, notamment les rivières des Outaouais, Gatineau et Blanche ainsi que les lacs Leamy, McLaurin et Beauchamp, occupent 9 % du territoire. Cette proportion est de l'ordre de 35 % pour les terrains forestiers et de 23 % pour les terres agricoles. (Ville de Gatineau, 2004)

La faune qu'abritent les milieux naturels de la ville de Gatineau est riche, diverse et inclut des espèces susceptibles d'être désignées espèces menacées ou vulnérables. De ce groupe, on retrouve trois espèces d'oiseaux, la paruline à ailes dorées, la paruline azulée et le pic à tête rouge, qui comptent pour habitat les espaces boisés des milieux urbanisés. (Ville de Gatineau, 2004)

Les forêts feuillues et mixtes occupent chacune 40 % du territoire forestier. Les forêts de résineux et en régénération représentent respectivement 8,8 % et 10,6 %. Le climat favorable et la localisation à la limite nord des aires de distribution de plusieurs espèces végétales fait en sorte que le territoire de la ville possède un potentiel forestier d'une rare diversité pour le Québec. On y trouve des essences rares au Québec : l'érable noir, le micocoulier occidental, l'orme à Thomas, le chêne blanc et le genévrier occidental. La

municipalité compte d'ailleurs onze écosystèmes forestiers exceptionnels reconnus par le gouvernement provincial. (Ville de Gatineau, 2004)

2.2 État de l'environnement

L'activité économique découlant majoritairement du secteur des services, le territoire de la ville de Gatineau comporte relativement peu de sources de pollution d'origine industrielle. Vestiges du passé industriel de la région, les papetières d'aujourd'hui ont considérablement amélioré leur bilan environnemental. Il n'en demeure pas moins que les activités anthropiques et la métamorphose du territoire d'hier à aujourd'hui ont un impact profond sur l'environnement. Comme bien d'autres milieux urbains, Gatineau comporte des infrastructures de transport aux prises avec des problèmes de congestion aux heures de pointe, des infrastructures urbaines et des habitations qui imperméabilisent le sol, transforme les cours d'eau, modifient le climat et dépouille les quartiers de verdure. D'autre part, la croissance démographique entraîne, entre autres, une augmentation de la production de déchets et d'eaux usées. Est-il nécessaire de rappeler que les quarante dernières années furent marquées par un étalement urbain dominé par la construction de résidences unifamiliales et des infrastructures qui s'y rattache? Un tel empiètement des milieux naturels ne peut que réduire les services écologiques et augmenter la pollution.

Manifestement, l'écosystème urbain de la ville de Gatineau est aux prises avec chacune des problématiques environnementales répertoriées au chapitre précédent : changements climatiques, hydrologie, bruit, îlots de chaleur, biodiversité, qualité de l'eau et de l'air. Ces quatre dernières sont présentées en plus de détail puisqu'elles sont quantifiées. Il ne faut pas pour autant minimiser les autres problématiques en raison du simple fait qu'elles sont moins bien caractérisées ou que moins d'information n'est disponible.

2.2.1 Îlots de chaleur

Le territoire de la ville de Gatineau compte plusieurs îlots de chaleur. Dispersés dans les nombreux villages urbains, ces divers îlots de chaleur sont représentés en rouge à la figure 2.2. L'île de Hull, où se situe le centre-ville, représente l'îlot de chaleur le plus important.



Figure 2.2 : Cartographie des îlots de chaleurs à Gatineau
 (Tiré de Institut national de santé publique du Québec, 2011)

2.2.2 Qualité de l'air

En plus des rejets industriels de l'Inventaire national des rejets de polluants (Environnement Canada, 2011b) répertoriés au tableau 2.1, le transport, le chauffage et l'utilisation de produits chimiques sont probablement les sources de pollution atmosphériques les plus importantes sur le territoire de la ville de Gatineau.

Pour l'année 2009, le nombre de journées où l'indice de qualité de l'air était bon, acceptable et mauvais était respectivement de 225, 111 et 6. Selon cet indice composite, qui regroupe O₃, particules fines, SO₂, NO₂ et CO, le centre-ville de Gatineau offre une qualité de l'air parmi les meilleures du Québec urbain (Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs, 2010). Les polluants atmosphériques pour lesquels les indices sont les moins favorables, soit l'O₃ et les particules fines, se situent tout de même à des niveaux acceptables (Environnement Canada, 2010a). En effet, la teneur moyenne d'O₃ d'avril à septembre au centre-ville de Gatineau est de 38,7 ppb, ce qui correspond à la moyenne canadienne; alors qu'une station située quelques kilomètres

plus loin, à Ottawa, rapportait une moyenne annuelle de particules fines de 5,6 µg/m³, en deçà de la moyenne nationale (Environnement Canada, 2011a).

Tableau 2.1 : Rejets atmosphériques déclarés à l'Inventaire national des rejets de polluants

Installations	Émissions en 2009												
	COV (t)	Matières particulaires (t)	SO ₂ (t)	NO _x (t)	Méthanol (t)	Chlore (kg)	Acide sulfurique (kg)	Hydrocarbures aromatiques polycycliques (kg)	Arsenic (kg)	Cadmium (kg)	Manganèse (kg)	Plomb (kg)	Zinc (t)
Les Boulangeries Weston	71												
Lafarge Construction and Materials		42											
Site d'enfouissement Cook		3,8											
ERCO Worldwide		2,9				574							
Stella-Jones Inc.		17											
Papier Masson Ltée	91	7,2	65	42	5,8						2		
CBM Ready Mix		1,2											
Usine d'épuration régionale – Ville de Gatineau		2,3					228					0,01	
Bowater – Gatineau	90	134	69	466	17		127		43	4,1	112	200	6,4
Produits Kruger Ltée	135	11,2	90	89									
Total	387	222	224	597	23	574	127	228	43	4,1	114	200	6,4

(compilation d'après Environnement Canada, 2011b)

2.2.3 Qualité de l'eau

L'ensemble du territoire de l'agglomération urbaine d'Ottawa-Gatineau est situé dans le bassin-versant de la rivière des Outaouais. Cette rivière, qui marque la frontière entre les deux villes, prend sa source au lac Témiscamingue et se jette dans le fleuve Saint-Laurent. Sur le territoire de la ville, ses principaux affluents sont les rivières Gatineau, Blanche et du Lièvre.

Les sources ponctuelles connues de pollution aquatique à Gatineau proviennent des rejets d'eaux usées et des usines des pâtes et papiers (Environnement Canada, 2011b). De plus, l'apport de polluants aux milieux naturels par l'eau de ruissellement urbain n'est sans doute pas négligeable.

Tableau 2.2 : Rejets dans l'eau déclarés à l'Inventaire national des rejets de polluants

Installations	Émissions en 2009							
	Ammoniac (t)	Phosphore (t)	Nitrate (t)	Méthanol (t)	Arsenic (kg)	Manganèse (kg)	Plomb (kg)	Zinc (t)
Usine d'épuration Buckingham-Masson-Angers	71	2,4						
Papier Masson Ltée		14	16	0,02		5,6		
CBM Ready Mix		1,2						
Usine d'épuration régionale – Ville de Gatineau	373	19						
Bowater – Gatineau	20	18			29	11	55	2,2
Total	464	55	16	0,02	29	17	55	2,2

(compilation d'après Environnement Canada, 2011b)

Les usines d'épuration situées dans les secteurs Gatineau et Masson-Angers rejettent toutes deux leurs effluents dans la rivière des Outaouais. Ces effluents ont un taux élevé de respect des exigences en termes de traitement (Ministère des Affaires municipales, des Régions et de l'Occupation du territoire, 2010). Par contre, le problème des eaux usées à Gatineau se situe en amont des usines d'épuration. Le ruissellement urbain, qu'il soit acheminé à une usine d'épuration ou rejeté directement dans l'environnement, est source de pollution. Lorsque acheminées par les égouts combinés, les eaux de ruissellement sont à l'origine de débordements du mélange d'eaux usées et pluviales qu'ils contiennent. Bon an mal an, ce phénomène entraîne le rejet d'importantes quantités d'eau usée, déversées sans aucun traitement par les 92 ouvrages municipaux de surverses. En 2009, 1114 débordements, occasionnés majoritairement par les averses et la fonte printanière, ont été relevés (*ibid.*). Le problème est tel qu'il défraye les manchettes des médias locaux. Fait à remarquer, l'évacuation de l'eau de ruissellement par le réseau de conduites et de ruisseaux urbains occasionne aussi sa part de pollution puisque qu'elle dénature la géomorphologie des ruisseaux et achemine directement les substances lessivées de toutes sortes aux plans d'eau.

La qualité de l'eau de la rivière des Outaouais n'est pas sujette à un programme de suivi systématique. Les analyses effectuées par le Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs (MDDEP) entre 1995 et 1997 indiquent cependant un problème de contamination bactériologique lié aux eaux usées (Ministère du

Développement durable, de l'Environnement et des Parcs, 2000). D'une bonne qualité en amont, l'eau du principal affluent de l'Outaouais, la rivière Gatineau, oscille de bonne à très mauvais à l'entrée de la ville de Gatineau, principalement due à la présence de coliformes fécaux (L'Agence de bassin versant des 7, 2010). Les relevés bactériologiques aux plages de la marina d'Aylmer, du parc Moussette et du parc du Lac-Beauchamp démontrent que l'eau de baignade est généralement bonne, parfois passable et occasionnellement polluée (Carpentier, 1 septembre 2011). Notons finalement que l'eau de la rivière du Lièvre, prélevée dans le secteur Buckingham, est classifiée de bonne qualité en fonction de l'indice de la qualité bactériologique et physico-chimique (IQBP) (Comité du bassin versant de la rivière du Lièvre, 2010).

Finalement, il faut noter que l'IQBP fournit une analyse détaillée et pertinente, mais incomplète de la qualité de l'eau, et n'inclut pas des polluants tels que les huiles, les pesticides, les médicaments et une gamme d'autres polluants émergents.

2.2.4 Biodiversité

Bien qu'un portrait complet de l'état de la biodiversité de l'écosystème de Gatineau ne soit pas disponible, certaines observations permettent de constater que la dénaturation du territoire par l'étalement urbain et l'exploitation des ressources naturelles ne sont pas sans conséquences. Les marais, boisés, champs et autres milieux qui ont disparus aux profit de l'urbanisation, étaient nécessairement essentiels au maintien des écosystèmes et de la biodiversité des milieux naturels.

Comme il a déjà été énoncé, le climat et la situation géographique de la ville de Gatineau, unique au Québec, fait en sorte que les boisés que l'on y trouve ont un potentiel forestier d'une rare diversité. Or, des relevés effectués dans les boisés gatinois ont révélé que des essences nobles, en l'occurrence le caryer cordiforme, les chênes et le tilleul d'Amérique, sont sous représentées (Ville de Gatineau, 2004). Un tel réaménagement des espèces est notamment un indicateur de pressions anthropiques sur la biodiversité des espèces indigènes. Autre signe inquiétant, on remarque à Gatineau une détérioration généralisée des boisées exercée par les pressions de l'urbanisation (*ibid.*). Selon toute vraisemblance, ces pressions demeureront inquiétantes, notamment parce que 70 % du territoire des écosystèmes forestiers exceptionnels sont localisés à l'intérieur du périmètre d'urbanisation (*ibid.*).

Il faut finalement souligner les efforts de conservation et de promotion de biodiversité sur quelques grands sites, notamment la Baie-McLaurin, la forêt Boucher ou le parc du Lac-Beauchamp. La présence du parc de la Gatineau, une zone naturelle de 361 km² (Commission de la capitale nationale, 2011), représente un atout pour la biodiversité de la ville, entre autres parce qu'il fait office de couloir écologique traversant la municipalité du nord au sud et la reliant aux milieux rural et naturel situé à la limite nord. Tous confondus, ces sites permettent notamment aux citoyens de la région d'apprécier la nature, préalable à la reconnaissance de l'importance de la biodiversité et de l'environnement dans son ensemble.

2.3 Description du programme 100 000 arbres de la ville de Gatineau

À l'heure où la population et les décideurs prennent de plus en plus conscience de l'importance de l'environnement sur la qualité de vie urbaine, la plantation d'arbres s'avère, au sens propre et figuré, une solution toute naturelle.

Outre les avantages environnementaux, les gains que procure la présence d'arbres à l'écosystème urbain se rapportent aussi aux deux autres sphères du développement durable : social et économique. Nombreuses sont les études comparant coûts et bénéfices qui concluent que la présence d'arbres en milieu urbain s'avère une solution des plus avantageuses. Il n'est donc pas surprenant de constater que les initiatives promouvant l'arbre urbain abondent. Qu'elles aillent pour origine l'action citoyenne, corporative ou divers niveaux de gouvernance, on les observe dans les pays développés et en voie de développement. À la lumière des effets délétères de l'urbanisation sur l'ensemble de la planète, la phrase de ralliement « *Plantons pour la Planète* » de la campagne pour un milliard d'arbres lancée par le Programme des Nations Unies pour l'environnement est révélateur de la perception dont jouit la plantation d'arbres.

Plus près de nous, il semble que cette perception soit bien sentie puisque plusieurs municipalités canadiennes ou québécoises, ont adopté ou lancé des politiques, programmes ou lois pour favoriser la protection, l'entretien et la plantation d'arbres.

Nul doute que ce courant de pensée a aussi porté un certain candidat à la mairie de la ville de Gatineau à mettre de l'avant une ambitieuse proposition de plantation d'arbres.

2.3.1 Lancement du programme 100 000 arbres à Gatineau

Nouvellement élu maire de Gatineau en 2005, Marc Bureau avait promis durant la campagne électorale de verdir la ville par la plantation de 100 000 arbres au cours d'un premier mandat. Cet engagement s'est rapidement concrétisé, comme en fait foi le lancement par le maire, le conseil municipal et la Commission consultative sur l'environnement et le développement durable de Gatineau, en mai 2006, du programme de plantation 100 000 arbres (Ville de Gatineau, 2006). Un plan d'action, détaillant la mise en œuvre du programme fut adopté un peu plus d'un an plus tard, en juillet 2007.

2.3.2 Objectifs et échéanciers

L'objectif du programme de plantation était de procéder au verdissement, à l'embellissement et l'amélioration du milieu de vie des citoyens de la ville de Gatineau en privilégiant la plantation d'arbres dans les parcs, les cours d'écoles, les terrains publics, les bassins de rétention, les berges et les emprises routières. (Ville de Gatineau, Service de l'environnement, 2010)

La plantation d'arbres ayant des bienfaits multiples et variés, il était escompté que le programme aurait des répercussions positives sur la structure du paysage, l'amélioration de la qualité de l'environnement, contribuerait à la vie de quartier, offrirait une valeur économique et jouerait un rôle patrimonial. Les gains spécifiques à chacun de ces aspects sont présentés au tableau 2.3 (*ibid.*)

En vu d'atteindre ses objectifs, le programme de 100 000 arbres devait s'échelonner de 2006 à 2009, et comme son nom l'indique, devait aboutir à l'ajout de 100 000 arbres. Le nombre de plantations visé ayant été atteint bien avant l'échéance, le programme fut bonifié à 150 000 arbres en 2008. (*ibid.*)

Tableau 2.3 : Gains anticipés de la plantation d'arbres par la ville de Gatineau

Structure le paysage	Améliore la qualité de l'environnement	Contribue à la vie de quartier	Offre une valeur économique	Joue un rôle patrimonial
<p>Met en valeur les bâtiments</p> <p>Fait ressortir les monuments architecturaux et sculpturaux</p> <p>Donne du caractère à une artère</p> <p>Renforce l'orientation dans la ville</p>	<p>Assainit l'air en diminuant la quantité de gaz carbonique produit par les automobiles, le chauffage et les usines, et en produisant lui-même de l'oxygène</p> <p>Contrôle les eaux de ruissellement à traiter (meilleure pénétration de l'eau dans le sol)</p> <p>Diminue l'érosion</p> <p>Améliore la qualité de vie et la santé des résidents</p> <p>Diminue l'effet d'îlots de chaleur et procure de l'ombre</p> <p>Rafrâchit l'air par ses vapeurs d'eau</p> <p>Réduit les nuisances sonores le long des routes bruyantes</p> <p>Améliore l'esthétique de la ville de Gatineau</p> <p>Protège contre les rayons UV</p> <p>Réduit les impacts du vent</p> <p>Abrite une faune diversifiée</p> <p>Diminue la réflexion lumineuse en interceptant les rayons solaires ainsi que les éblouissements produits par les phares des véhicules et les réverbères</p> <p>Capte les poussières</p>	<p>Participe à l'identité et à la qualité des quartiers</p> <p>Constitue une échelle intermédiaire entre les grands bâtiments et les piétons</p> <p>Trace une frontière végétale entre des lieux aux usages différents</p> <p>Procure de l'intimité</p> <p>Accroît la qualité de vie et le sentiment de paix</p> <p>Contribue à la socialisation et à la réduction du stress – deux facteurs qui entraînent, indirectement, une baisse de la criminalité dans les quartiers défavorisés</p> <p>Attire de nouveaux résidents</p> <p>Offre une source d'inspiration et de création</p>	<p>Donne de la valeur aux propriétés</p> <p>Attire les entreprises qui sont à la recherche d'un milieu de vie de qualité pour leurs employés</p> <p>Fait économiser les coûts de chauffage et de climatisation</p>	<p>Témoigne, par son âge, son port ou son emplacement, du patrimoine et de l'identité culturelle et historique</p> <p>Rappelle au citoyen l'histoire de sa ville</p>

(inspiré de Ville de Gatineau, Service de l'environnement, 2010, p.3)

2.3.3 Plan d'action et mise en œuvre

Le plan d'action réalisé par Horizon Multiressource pour le compte de la ville et adopté en 2007, prévoyait la planification, la mise en œuvre et le suivi du projet. On y trouve notamment des critères pour la sélection des sites et des essences, ainsi que

l'identification des ressources humaines, matérielles et financières nécessaires à la réalisation du projet (Ville de Gatineau, 2007).

Un chargé de projet, Coordonnateur de projets en environnement au Service de l'environnement de la municipalité a hérité du mandat de sa réalisation. La mise en oeuvre comportait trois volets de plantation : municipal, grand public et par appel de projet. Chacun des volets se distingue par le choix de sites, le type de plants, le mode de distribution des plants, du financement et la main-d'œuvre réalisant la plantation.

Le volet de plantation municipal, effectué par des organismes communautaires avec le soutien des employés de la ville ou par des firmes privées engagées par la ville, devait être le plus ambitieux en termes de nombre d'arbres, avec 90 000. Dans une moindre mesure et indépendamment du plan d'action, l'équipe des parcs et espaces verts des Travaux publics et la Division des réseaux et aménagements urbains du Service des infrastructures ont contribué aux plantations municipales. Excluant ces derniers intervenants, le volet comportait les critères de sélection de sites de plantation élaborés dans le plan d'action. Le premier critère établissait le choix de sites en fonction d'une répartition prédéterminée des bénéfiques; les gains escomptés étant ventilés de la façon suivante : 30 % environnementaux, 20 % esthétiques, 20 % économiques, 20 % psychologiques et 10 % historiques (Ville de Gatineau, Service de l'environnement, 2010). Le choix de sites devait également tenir compte des restrictions applicables au territoire, en l'occurrence l'affectation du territoire prévue au plan d'urbanisme, et assurer une répartition équitable des plantations au sein des différents secteurs de la ville, décrétant un site, au minimum, par secteur (*ibid.*). Au total, 600 sites potentiels furent identifiés dans le plan d'action. Ces choix devraient par contre être validés et approfondis sur place, notamment pour sélectionner les essences adaptées, ce qui requiert une expérience certaine en foresterie (Ville de Gatineau, 2007). La personne occupant le poste de Coordonnateur de projets en environnement, et par conséquent le chargé de projet, fut cependant remplacée à plusieurs reprises en cours de projet, de sorte que l'expertise disponible, la planification et la mise en oeuvre ont fluctué dans le temps. Tour à tour, évaluateur municipal, ingénieur forestier, ingénieur chimiste et agronome ont piloté le projet (Dumas, 2011).

Le volet grand public se voulait le résultat d'activités de sensibilisation et de promotion environnementales où des pousses étaient données aux citoyens pour qu'ils les plantent eux-mêmes. À chaque année, 5000 arbres devaient être distribués dans le cadre d'activités liées au mois de l'arbre, la journée En ville sans ma voiture, le Jour de la terre et la Semaine de Gatineau.

Finalement, le volet appel de projet permettait aux organismes intéressés de soumettre des projets de plantation. Si retenus par la Commission consultative sur l'environnement et le développement durable et entérinés par le conseil municipal, la ville se chargeait d'appuyer le projet par l'achat d'arbres et le prêt de matériel de plantation. Au total, 6000 arbres devaient être plantés dans le cadre de ce volet en 2008 et 2009.

2.3.4 Calibre des plants

Tous volets confondus, la provenance et le type de plants varient. Dans le cas du volet grand public et des plantations municipales effectuées par des organismes communautaires ou des entreprises privées, les plants de petit calibre à racines nues ou en pots provenant principalement du Ministère des ressources naturelle et de la faune ou de pépinières ont largement été favorisés. Les plantations municipales effectuées par les Travaux publics ou le Service de l'ingénierie et celles par appel de projet, privilégiaient des arbres de moyen calibre, généralement serti d'une garantie, et même, dans certains cas, d'un contrat d'entretien. À titre d'information, un arbre de moyen calibre se définit par un tronc d'un diamètre de 30 mm à 70 mm (Diver, 2011; Dumas, 2011). Il s'agit de spécimens d'un dizaine d'années dont la valeur, si l'on inclut la pose, la garantie et l'entretien, est d'environ 500 \$ (Diver, 2011). Les plants de moyen calibre du volet par appel de projet sont plus modestes, à 250 \$, puisque l'organisme se chargeait habituellement de la plantation et de l'entretien (Tremblay, 4 août 2011).

2.3.5 Mesurage et suivi du programme

Le plan d'action mis de l'avant en 2007 prévoyait un suivi du programme de plantation, incluant l'utilisation d'un logiciel pour tenir un inventaire arboricole (Ville de Gatineau, 2007). Cette option ne semble pas avoir été adoptée. Toutefois, le chargé de projet du Service de l'environnement colligea divers renseignements propres à chaque site ou activité de plantation. Exceptionnellement pour les plantations de 2007, des rapports détaillés et des cartes sont disponibles pour plusieurs sites.

Il est important de noter que le volet grand public n'a pas fait l'objet de suivi une fois l'arbre remis à un particulier, et qu'il est donc impossible d'en connaître son emplacement. Il en va de même pour certaines activités de plantation pour lesquelles les renseignements disponibles n'en précisent pas l'emplacement. En ce qui a trait à la documentation du suivi post plantation, elle est quasi inexistante (Dumas, 2011).

2.4 Bilan du programme 100 000 arbres de la ville de Gatineau

À la suite de la conclusion du programme, le Service de l'environnement de la municipalité a produit le *Bilan du programme 100 000 arbres* (Ville de Gatineau, Service de l'environnement, 2010). Ce rapport de 26 pages finalisé en février 2010 contient une mise en contexte et une description du programme, fait état des résultats quant aux plantations, au financement et aux gains environnementaux, analyse ces résultats, puis aboutit à des recommandations applicables au présent programme ou une hypothétique répétition du projet. Un tableau récapitulatif des plantations (disponible à l'annexe 1), qui représente une mine de renseignements, est inclus dans le rapport. Pour chaque site ou activité de plantation effectués dans le cadre du programme, ce tableau rapporte, entre autres, l'année, le secteur de la ville, le nombre et le calibre des plants et s'il s'agissait d'un arbre ou d'un arbuste, d'un feuillu ou d'un conifère. À noter que certaines activités de plantation répertoriées dans le bilan du programme ont un titre plutôt vague et peu descriptif quant aux lieux. Les faits saillants des résultats rapportés dans le *Bilan du programme 100 000 arbres*, ainsi qu'une analyse plus approfondie de certains aspects sont présentés dans les paragraphes qui suivent.

2.4.1 Bilan financier

Tel que conçu dans le plan d'action, le programme devait engendrer des dépenses de 417 100 \$, financées à 65 % par des subventions en argent et en nature. Le nombre d'arbres plantés étant plus élevé que prévu, le coût du projet s'éleva finalement à 446 381 \$. De ce montant, 57 % est provenu de dons en argent d'organismes à vocation environnementale, du gouvernement provincial et d'entreprises privées. Les dons en nature estimés à 73 110 \$, sous forme de main-d'œuvre fournie par les citoyens bénévoles et le don d'arbres, ainsi que le salaire des employés municipaux impliqués dans la réalisation du projet qui ne furent pas comptabilisés dans le bilan financier du programme. Il est possible que la décision de ne pas inclure ces sommes importantes dans le bilan financier fut prise par les administrateurs du programme pour ne

comptabiliser que le coût différentiel du programme. On peut dire des employés municipaux qu'ils auraient été payés de toute façon. Qu'à cela ne tienne, les détails du financement du programme sont présentés au tableau 2.4. Le programme aura donc coûté 45 031 \$ de plus que prévu à la ville de Gatineau. Somme toute, le coût de revient, excluant les dons en nature et la main-d'œuvre des employés municipaux, est de 2,44 \$ par arbre.

Tableau 2.4 : Financement du programme de plantation 100 000 arbres

Mode de financement	Montant	
	Prévu	Final
Investissement municipal	148 000 \$	193 031 \$
Subventions en argent	269 100 \$	253 350 \$
Total	417 100 \$	446 381 \$

2.4.2 Nombre d'arbres plantés

Comme le rapporte la figure 2.3, 182 752 arbres furent plantés en quatre ans, dépassant largement l'objectif initial de 100 000 arbres. En termes relatifs, cela signifie que 0,7 arbre a été planté pour chaque Gatinois ou 530 arbres par km².

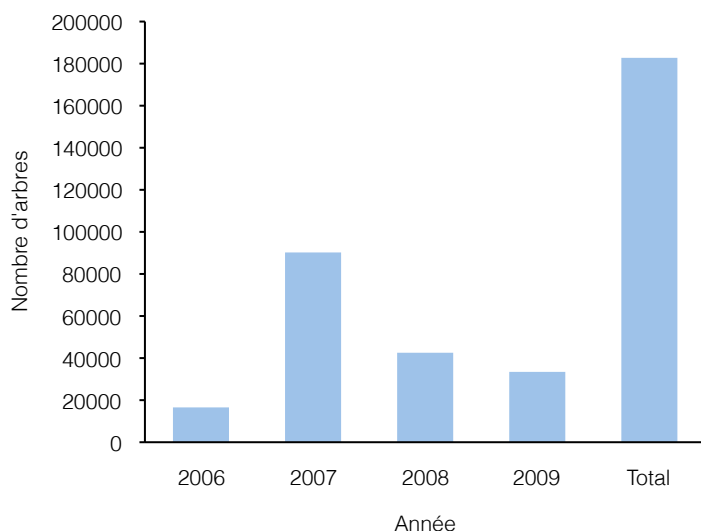


Figure 2.3 : Nombre d'arbres plantés annuellement dans le cadre du programme de plantation 100 000 arbres de la ville de Gatineau

Tel que prévu dans le plan d'action, la vaste majorité des arbres furent plantés dans le cadre du volet de plantation municipale. Le tableau 2.5 dresse l'inventaire des plantations

en fonction de chacun des volets et permet de constater, qu'à lui seul, le volet municipal a permis de dépasser l'objectif initial du programme.

Tableau 2.5 : Répartition du nombre d'arbres plantés en fonction des volets du plan d'action

Volet des plantations	Nombre d'arbres	
	Prévu	Final
Municipales	89 505	138 935
Grand public	20 810	16 978
Par appel de projets	6000	10 289
Autres	16 550	16 550

2.4.3 Caractérisation des sites et activités de plantation

Tel qu'il était prévu dans le plan d'action, les plantations eurent lieu dans les parcs, écoles, terrains de jeu, bassins de rétention, dépôts à neige, berges de cours d'eau, centres communautaires et ateliers municipaux. Quant aux multiples activités de plantation pour lesquelles un site propre n'est pas identifié dans le tableau récapitulatif, elle sont diverses et incluent des fêtes de quartier, des événements de sensibilisation et une gamme d'initiatives d'associations citoyennes, d'associations de résidents et d'entreprises privées.

De par les différents volets et la nature variable des activités et des sites, il n'est pas surprenant de constater que le nombre d'arbres plantés sur chaque site ou à chaque activité de plantation varie grandement. Des 151 sites ou activités de plantation, quelques-uns ont abouti à l'ajout d'un seul arbre, alors que la plus grande plantation en compte 36 152. La plantation moyenne compte 1210 arbres par site ou activité. Par contre, la valeur médiane est de 250. La distribution du nombre d'arbres par plantation, illustrée à la figure 2.4, permet de constater que l'écart entre la moyenne et la médiane s'explique par la présence d'un nombre significatif de plantations comptant plusieurs milliers d'arbres. Ces grandes plantations ont d'ailleurs été principalement effectuées dans deux grands boisés municipaux. En l'occurrence, la forêt Boucher a vu l'ajout de 17 790 arbres à la suite de 5 activités de plantation, alors que le parc du Lac-Beauchamp s'est vu bonifié de 63 203 arbres dans le cadre de 7 activités de plantation. À eux seuls, ces deux sites représentent 44 % des arbres plantés dans le cadre du programme. Nécessairement, la majorité des autres plantations sont de bien moindre envergure.

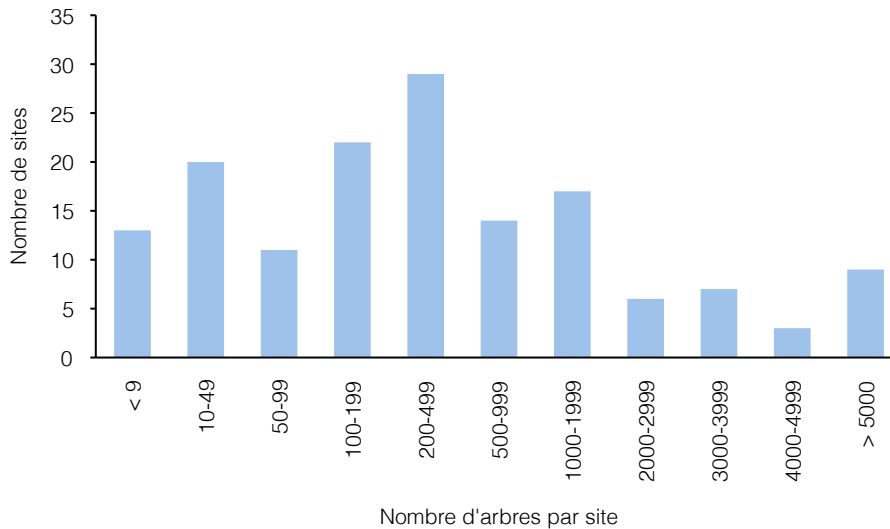


Figure 2.4 : Distribution du nombre d'arbres par site de plantation

2.4.4 Répartition des plantations dans les secteurs de Gatineau

Puisque le tableau récapitulatif préparé par le Service de l'environnement rapporte le secteur où les plantations ont eu lieu, il est possible d'analyser la répartition de ces dernières sur le territoire de la ville de Gatineau. Cependant, cette analyse n'est que partielle due au fait que le tableau récapitulatif indique que 44 % des plantations a eu lieu dans plus d'un secteur, sans pour autant les nommer.

Tel que souhaité dans le plan d'action, chacun des secteurs de la ville de Gatineau a fait l'objet d'une plantation. En fait, le secteur Masson-Angers, avec 5 plantations, est celui qui en a reçu le moins, alors que le secteur Gatineau bénéficie du plus grand nombre avec 41. Les figures 2.5 et 2.6 montrent la répartition des plantations et des arbres plantés pour chacun des secteurs et le tableau 2.6 dresse les valeurs moyennes et médianes d'arbres par site et activité de plantation pour les différents secteurs. À première vue, on constate que les plantations du secteur Hull comptent généralement peu d'arbres, alors qu'il s'agit du contraire dans les secteurs Gatineau et Aylmer. La présence de la forêt Boucher dans le secteur Aylmer et du parc du Lac-Beauchamp dans le secteur Gatineau explique les moyennes élevées d'arbres par plantation pour ces deux secteurs. Finalement, il semble que la taille de population de chaque secteur, plutôt que sa superficie, soit un facteur dans la distribution des plantations ($R^2=0,933$). Quant au nombre d'arbres, il est plus difficile d'établir un lien avec l'un ou l'autre de ces facteurs (voir figure 2.7).

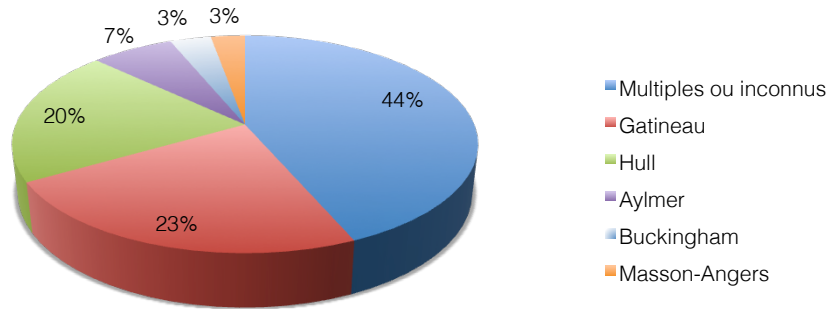


Figure 2.5 : Distribution des sites et activités de plantation dans les secteurs de la ville de Gatineau

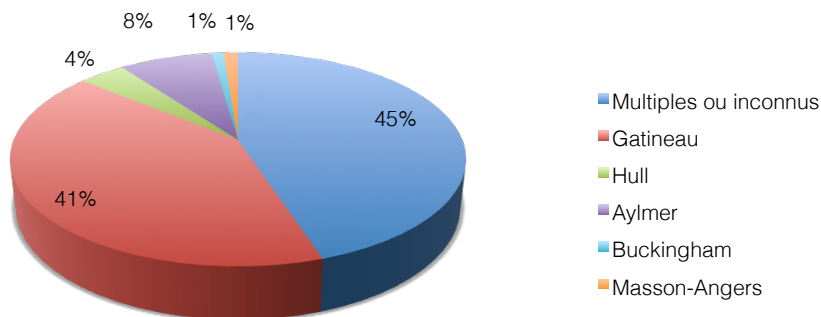


Figure 2.6 : Distribution des arbres plantés dans les secteurs de la ville de Gatineau

Tableau 2.6 : Répartition du nombre d'arbres plantés par secteur de la ville de Gatineau

Secteur	Nombre d'arbres par plantation	
	Moyenne	Médiane
Gatineau	2361	650
Hull	258	87
Aylmer	1555	332
Buckingham	390	113
Masson-Angers	277	235

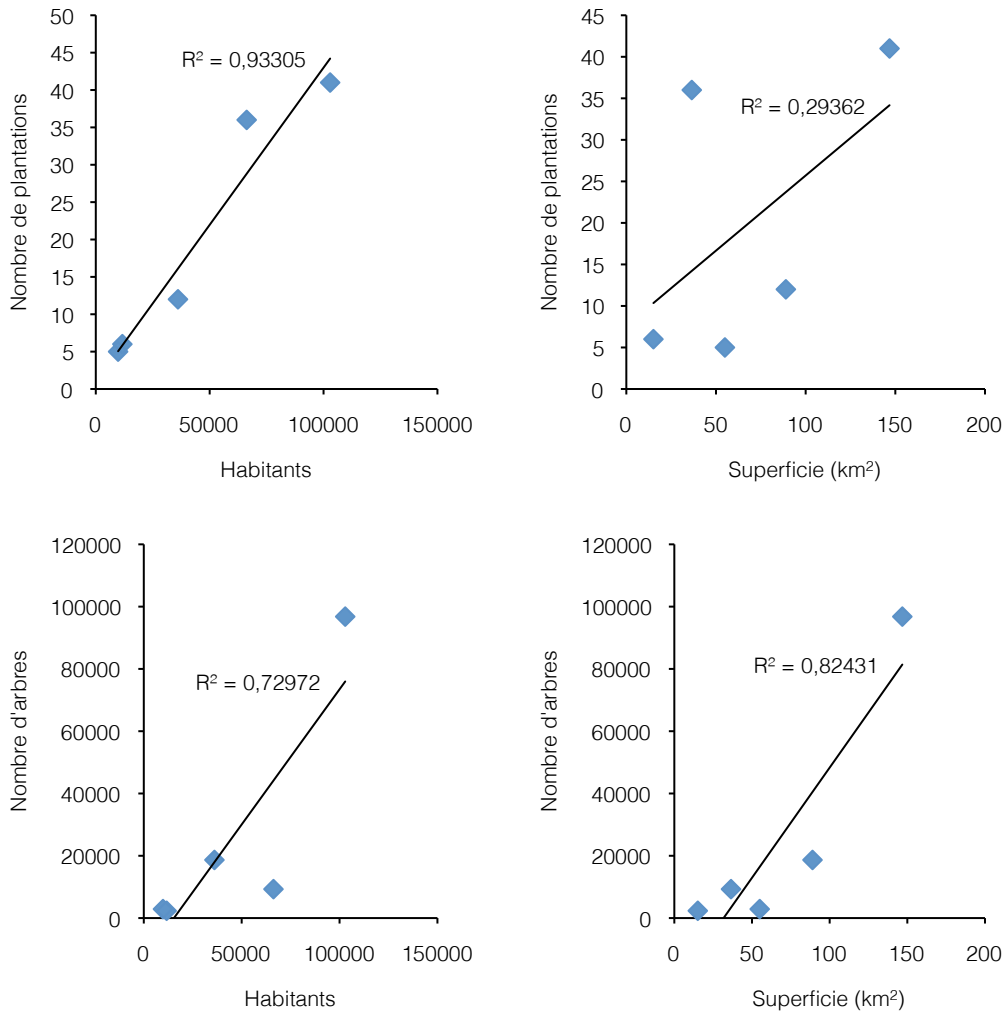


Figure 2.7 : Corrélation du nombre de plantations et du nombre d'arbres en fonction de la population et de la superficie des secteurs de la ville de Gatineau

2.4.5 Caractéristiques des plants

Pour chaque plantation, quelques caractéristiques arboricoles ont été colligées par le Service de l'environnement. Sur l'ensemble du programme, 89 % des plants sont de faible calibre. Ces plants sont notamment ceux mis en terre pour les plantations à grande échelle dans la forêt Boucher et le Parc du Lac-Beauchamp. Les autres plants, de calibre moyen, ne représentent que 11 % des plantations. L'essence des plants n'ayant pas été colligée, l'information disponible nous apprend néanmoins que les plantations sont composées à 82 % d'arbres et à 18 % d'arbustes (figure 2.9). Finalement, si on fait abstraction des plants dont l'information est manquante, feuillus et conifères sont représentés à parts relativement égales (figure 2.10).

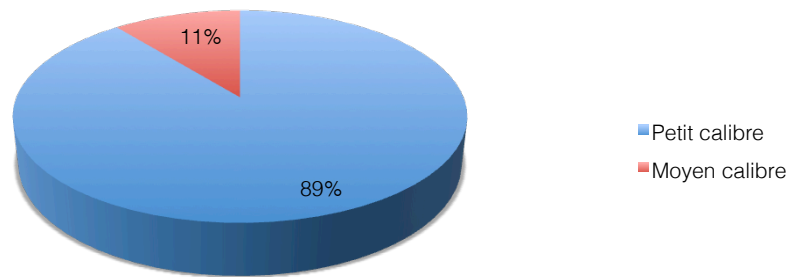


Figure 2.8 : Calibre des plants

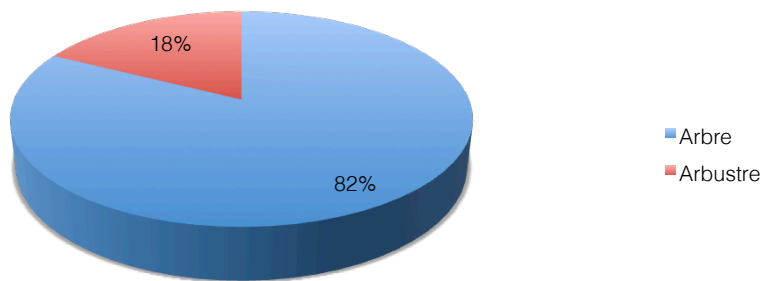


Figure 2.9 : Proportion d'arbre et d'arbustes plantés

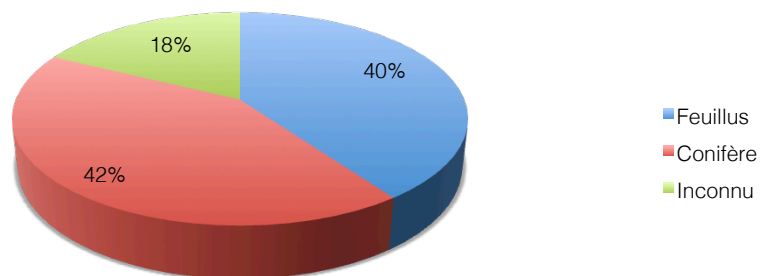


Figure 2.10 : Proportion de feuillus et de conifères plantés

2.4.6 Taux de survie

Le Service de l'environnement de la ville estime le taux de survie à 75 %. Ainsi, il faudrait s'attendre à ce que 137 064 arbres survivent toujours. Ce taux n'a cependant pas été vérifié *a posteriori* par des visites sur place. Il demeure donc à être validé.

2.4.7 Gains environnementaux

Le Service de l'environnement de la ville a inclus une évaluation des gains environnementaux découlant du programme dans son bilan. Celle-ci se limite cependant au calcul de séquestration de carbone, estimé à 342 tonnes équivalent CO₂ annuellement. De ce fait, aucun autre paramètre environnemental n'a été évalué, que ce soit de façon qualitative ou quantitative.

CHAPITRE 3 : ÉVALUATION DU BILAN ENVIRONNEMENTAL DÉCOULANT DU PROGRAMME DE PLANTATION 100 000 ARBRES DE LA VILLE DE GATINEAU

L'ampleur des ressources consacrées au programme de plantation 100 000 arbres est manifestement importante. Une mesure du rendement ou des gains découlant d'un tel programme est un atout important pour en évaluer la pertinence, mais surtout s'avère un outil indispensable à l'intention des décideurs lorsque vient le temps d'y allouer les budgets nécessaires, que ce soit pour assurer l'entretien des arbres déjà plantés ou une soumission visant à reconduire le programme de plantation. Face aux contraintes budgétaires, un projet nécessitant la contribution de deniers publics a une probabilité accrue de se réaliser si, d'emblée, son efficacité est démontrée. Les dirigeants, redevables envers les contribuables, gagnent aussi en crédibilité.

Les coûts du programme de plantation 100 000 arbres étant connus, déterminer la valeur des avantages qui en découle permettrait d'en obtenir un bilan global. Il est cependant difficile de fixer une valeur marchande à bien des bénéfiques que procurent l'ajout d'arbres à la trame urbaine : gains environnementaux, embellissement, mieux-être de la population, etc. La présente analyse se consacre à évaluer les gains environnementaux, et pourraient être complétée par l'évaluation des autres aspects susmentionnés.

En plus d'être une composante importante de l'analyse coûts-avantages permettant de déterminer la viabilité économique, l'évaluation des gains environnementaux découlant du programme de plantation permet d'identifier les meilleures pratiques et d'optimiser les gains environnementaux dans l'optique d'un processus d'amélioration continue. À ce titre, il faut remarquer que le programme pourrait être reconduit ou engendrer une phase subséquente et qu'un plan de gestion des arbres et des boisés est en cours d'élaboration à la ville de Gatineau (Dumas, 2011; Ville de Gatineau, 2011b).

3.1 Paramètres de l'évaluation environnementale

Les services écologiques décrits au premier chapitre composent l'ensemble des gains environnementaux potentiels pouvant résulter de la plantation d'arbres en milieu urbain. La valeur de l'ensemble des services écologiques varie d'un arbre ou d'un site à l'autre en fonction de l'ampleur de la problématique et d'un ensemble de critères relatifs à la capacité des arbres plantés d'y remédier. Il existe des logiciels de modélisation sophistiqués pouvant déterminer la valeur des services écologiques arboricoles d'un site

ou d'une municipalité entière, dont ceux de la trousse i-Tree (United States Department of Agriculture Forest Service, 2011). Cependant, ces logiciels requièrent une quantité importante de données dont l'acquisition nécessite un nombre d'heures dépassant largement le cadre de ce travail. La présente analyse porte donc sur l'évaluation qualitative et semi-quantitative des services écologiques fournis par les arbres plantés sur un échantillon de sites du programme de plantation 100 000 arbres. Pour ce faire, les services écologiques suivants seront évalués pour les arbres plantés sur un nombre de sites sélectionnés : régularisation du débit hydrique et amélioration de la qualité de l'eau, augmentation de la biodiversité, séquestration du carbone, atténuation du bruit, amélioration de la qualité de l'air et atténuation du phénomène d'îlots de chaleur urbains.

3.2 Choix des indicateurs de services écologiques

Pour évaluer les gains environnementaux découlant de la plantation d'arbres urbains, une gamme d'indicateurs propres à chaque service écologique est élaborée. Ces indicateurs doivent être objectifs, mesurables et représentatifs des principaux facteurs liés à l'accomplissement d'un service écologique donné. Des observations complémentaires, relatives aux méthodes de plantation et d'entretien, sont également colligées aux fins de l'analyse globale de la performance environnementale du programme de plantation.

3.2.1 Indicateurs de régularisation du débit hydrique et d'amélioration de la qualité de l'eau

Pour optimiser la capacité d'un arbre de régulariser le débit hydrique et d'améliorer la qualité de l'eau, il doit être planté sur la berge d'un plan d'eau où il affaiblira les risques d'érosion et stabilisera la végétation ripicole ou couvrir une surface imperméable. L'interception et le captage des eaux de pluie représentent un service écologique indépendamment de la localisation de l'arbre, quoique plus efficace à réduire le ruissellement et le lessivage de polluants lorsque adjacent à une surface imperméable.

Les essences à surface foliaire élevée, ainsi qu'aux feuilles et écorce rugueuses capteront un maximum de précipitation. Les arbres sont donc préférables aux arbustes. À taille égale, les conifères sont à privilégier. Lorsque disponible, l'indice de capacité d'interception et la surface foliaire peuvent servir à déterminer l'efficacité relative d'une essence à réduire le ruissellement (Breuer *et al.*, 2003). Sinon, les concepts généraux énoncés s'appliquent.

Les indicateurs suivants sont retenus pour évaluer le service écologique lié à la régularisation du débit hydrique et l'amélioration de la qualité de l'eau : ratio de surface imperméable du site, présence d'un plan d'eau, positionnement de l'arbre relativement à un plan d'eau, positionnement de l'arbre relativement à une surface imperméable ou une pente, essence (indice de capacité d'interception et surface foliaire).

3.2.2 Indicateur d'amélioration de la qualité de l'air

La capacité d'un arbre de réduire la pollution atmosphérique dépend de la surface foliaire pour adsorber les particules fines et de l'échange gazeux au niveau de stomates pour absorber la pollution. Puisque ces actions nécessitent le contact de l'air pollué avec l'arbre, la réduction est optimale lorsque la plantation est située à proximité de la source (Leung *et al.*, 2011). Une réduction de la pollution atmosphérique est cependant possible peu importe l'emplacement de l'arbre.

À taille égale, les conifères sont à privilégier pour adsorber les matières particulaires grâce à leur surface foliaire accrue et leur efficacité en toute saison. Les conifères sont cependant désavantagés par une plus grande sensibilité à la pollution (Sæbø *et al.*, 2003). Pour cette raison, il est optimal d'utiliser un amalgame d'essences de feuillus et de conifères. Finalement, les essences qui contribuent aux allergies ou qui émettent de grandes quantités de COV sont à proscrire. À noter que le bouleau et le chêne ont un fort potentiel allergisant; le contraire s'applique aux noyer, peuplier, saule, orme et érable; pour leur part, l'aulne et le frêne font partie de la catégorie intermédiaire (Institut national de la santé publique du Québec, 2009). Le chêne, le peuplier, le saule, et, dans une moindre mesure, l'épinette, sont de forts émetteurs de COV (Nowak *et al.*, 2000). Les émissions du frêne, de l'érable, du bouleau, du pin, du mélèze, de l'aulne sont quant à elles négligeables (*ibid.*).

Les indicateurs suivants sont retenus pour évaluer le service écologique lié à l'amélioration de la qualité de l'air : positionnement de l'arbre relativement à une source de pollution et essence (surface foliaire, émission de COV, potentiel allergisant, résistance à la pollution et diversité).

3.2.3 Indicateurs de biodiversité

Tel que discuté à la section 1.2.5, les gains environnementaux découlant de la biodiversité sont optimaux lorsqu'il s'agit d'augmenter la biodiversité d'espèces arboricoles indigènes sur l'ensemble du territoire urbanisé. Idéalement, l'augmentation de la biodiversité devrait être répartie sur tous les secteurs et quartiers urbains de la municipalité. La plantation d'arbres permettant la défragmentation d'habitats est une plus-value.

Les espèces indigènes au territoire de la ville de Gatineau sont répertoriées dans un ouvrage de caractérisation produit pour le compte de la municipalité (Ville de Gatineau, 2004). D'autres ouvrages peuvent être consultés pour connaître les espèces indigènes du Québec (Hydro-Québec, 2010; Parrot et Dignard, 2009; Williams, 2008). Quelles soient indigènes ou non, les espèces envahissantes sont à proscrire.

Idéalement, les essences devraient être plantées aux emplacements offrant les conditions bioclimatiques optimales. Cependant, les compétences limitées de l'auteur en cette matière ne permettent pas d'évaluer cet aspect.

Les indicateurs suivants sont retenus pour évaluer le service écologique de la plantation lié à la biodiversité : répartition des sites de plantation sur le territoire urbanisé de la ville, essence (nombre et proportion de chaque famille, genre et espèce spécifiques à chaque site) et proximité d'espaces naturels fragmentés.

3.2.4 Indicateurs de séquestration du carbone

La séquestration du carbone est proportionnelle à l'accumulation de biomasse forestière, soit la croissance de l'arbre qui varie, entre autres, en fonction de l'essence, de la qualité du sol, des conditions d'ensoleillement, du climat et de l'approvisionnement suffisant en eau. Cependant, mesurer et analyser tous ces facteurs pour estimer le potentiel de croissance d'un arbre nécessite une expertise particulière et un investissement en temps qui dépassent le cadre de ce travail. Aux fins de la présente analyse, la séquestration du carbone est évaluée en fonction de la moyenne calculée par Arbres Canada de 2,5 kg de carbone par année par arbre (Arbres Canada, 1999).

3.2.5 Indicateurs d'atténuation du bruit

L'atténuation du bruit nécessite qu'une bande d'arbres soit disposée entre la source du bruit et les individus ou animaux que celui-ci indispose. La hauteur de la nuisance est fonction de l'intensité du bruit et de la distance entre la source et ses auditeurs. L'atténuation du bruit sera proportionnelle à la largeur, la hauteur et la longueur de la bande d'arbres (Fang and Ling, 2003).

Un amalgame de feuillus, de conifères, d'arbres et d'arbustes est recommandé puisqu'il crée un plein écran sur l'axe vertical. En absence de diversité, les conifères sont préférables : d'une part, ils sont plus denses; d'autre part ils sont utiles à l'année longue. Règle générale, la capacité d'une bande d'arbres à former un écran visuel est un bon indicateur d'atténuation du bruit (Fang and Ling, 2003).

Les indicateurs suivants sont retenus pour évaluer le service écologique de la plantation lié à l'atténuation du bruit : positionnement des arbres relativement à une source de bruit permanente et un lieu habité ou fréquenté, écran visuel, hauteur, longueur et largeur de la bande d'arbres.

3.2.6 Indicateurs d'atténuation du phénomène d'îlots de chaleur urbains

La climatisation urbaine par la plantation d'arbres s'effectue principalement par l'effet combiné de l'évapotranspiration et la formation d'ombrages.

L'évapotranspiration dépend de la capacité des racines à fournir de l'eau aux feuilles qui l'émettent dans l'atmosphère. Le site doit donc permettre un bon développement des racines et les arbres ayant une surface foliaire et un taux de transpiration élevés seront plus efficaces.

La contribution de l'ombrage au refroidissement urbain dépend fortement de la position de l'arbre par rapport aux habitations et infrastructures urbaines. Par rapport à une habitation, des feuillus doivent être situés sur les faces est, sud-est, sud-ouest et ouest. Les arbustes sont efficaces lorsque juxtaposés aux habitations, alors que les arbres de grande taille, suffisamment en retrait pour ne pas causer de dommages à la maison, projettent un maximum d'ombrage en fonction de leur hauteur et de la taille de leur canopée. En ce qui a trait à la plantation à proximité d'une structure dont l'albédo est

faible, comme une route, une toiture ou une piste cyclable, elle permet également de réduire la température à sa surface et la température ambiante.

Les indicateurs suivants sont retenus pour évaluer le service écologique de la plantation liés à l'atténuation du phénomène d'îlots de chaleur urbains : positionnement relatif des arbres à une habitation ou une infrastructure urbaine, albédo des surfaces ombragées et essence (arbre, arbuste, surface foliaire, hauteur et diamètre de la canopée).

3.2.7 Autres indicateurs

Puisque les arbres plantés sous l'égide du programme de plantation 100 000 arbres l'ont été depuis au plus 5 ans, ils sont très loin d'atteindre leur plein potentiel à procurer des services écologiques. Les gains environnementaux découlant du programme et son efficacité seront nécessairement à la hauteur du nombre d'arbres qui auront survécus et de leur saine croissance. Comme la croissance d'un arbre s'étend sur des dizaines d'années, il va de soi que la présente analyse s'effectue en considérant le service écologique que procurera à long terme sa plantation.

Les indicateurs suivants sont retenus pour évaluer l'espérance de vie et la vigueur des arbres : taux de survie, apparence de dommages, signes de maladies, hauteur, diamètre du tronc.

3.3 Choix de l'échantillon de sites

L'évaluation des 151 sites ou activités de plantation du programme 100 000 arbres dépassant largement le cadre de ce travail, seul un échantillon de sites fera l'objet d'une évaluation des gains environnementaux. Les sites faisant partie de l'échantillon se doivent d'être représentatifs de la diversité de ceux faisant partie du programme. Un échantillon représentatif est essentiel afin de pouvoir généraliser les observations, leurs analyses et les recommandations à l'ensemble du programme. Pour des raisons pratiques, la plupart de sites considérés se limitent aux 10 sites pour lesquels une carte a été rendue disponible par Alexandre Dumas, Coordonnateur de projets en environnement au Service de l'environnement de la ville de Gatineau. Le tableau 3.1 comprend ces sites et les renseignements du tableau récapitulatif qui leurs sont propres. Les cartes sont situées à l'annexe 2. D'autres sites ont été ajoutés par soucis de représentativité. Une justification quant à l'inclusion de chaque site dans l'échantillon est donnée dans les paragraphes qui suivent.

Tableau 3.1 : Caractéristiques des sites de plantations avec carte

Nom du site	Secteur	Date de plantation	Nombre de plants			Total plants
			Feuillus de petit calibre	Conifères de petit calibre	Arbustes de petit calibre	
Corridor écologique Philémon-Wright	Hull	2007-09-27		2880		2880
Lac-Beauchamp	Gatineau	multiples	18 940	19 711	24 552	63 203
Parc Sanscartier	Gatineau	2007-09-27	3821	180		4001
Parc du Plateau	Hull	2007-09-27	1125			1125
Ruisseau Desjardins	Gatineau	2007-06-18		4480		4480
Autoroute 5 – phase I	Hull	2007-09-22		120		120
Parc du Landing	Buckingham	2007-10	180			180
Parc Gendron	Buckingham	2007-10	45			45
Gamelin	Hull	2007-10		90		90

3.3.1 Sites avec carte inclus dans l'échantillon représentatif du programme

Compte tenu de l'importance dans l'ensemble du programme en termes du nombre de plantations effectuées et du nombre de plants du Parc du Lac-Beauchamp et de la forêt Boucher, au moins l'un de ceux-ci se doit d'être étudié. Une carte étant disponible pour le site du parc du Lac-Beauchamp, ce site est inclus dans l'échantillon. Les sites des parcs Sanscartier et du Plateau, également représentatifs de plantations à grande échelle, font également partie de l'échantillon. Ce dernier site a aussi la particularité de représenter les plantations visant la revégétalisation des berges et compte un nombre d'arbres à 85 près du nombre d'arbres moyen par plantation.

Quant aux sites de moindre envergure, où il est possible d'effectuer un recensement complet, la plantation du site Gamelin s'apparente aux grandes plantations visant le reboisement à l'aide de plants de petit calibre, le parc Gendron est potentiellement représentatif de plantations à proximité d'un dépôt à neige, le parc du Landing offre la possibilité de revégétaliser une berge et le site de l'autoroute 5 – phase I est potentiellement représentatif de plantations en bordure de route.

3.3.2 Sites sans carte inclus dans l'échantillon représentatif du programme

Les terrains d'écoles et les terrains de jeu ont fait l'objet de nombreuses plantations. Pourtant, ces sites ne sont pas représentés par les cartes rendues disponibles. Les sites des écoles du Plateau et Saint-Jean-de-Brébeuf, ainsi que le parc du Gabbro et les parcs

de soccer Jack-Éyamie et Robitaille, choisis au hasard parmi les écoles et les terrains de jeu, ont été ajoutés à l'échantillon. Le tableau 3.2 présente les caractéristiques de ces plantations.

Tableau 3.2 : Caractéristiques des sites de plantations sans cartes

Nom du site	Secteur	Date de plantation	Nombre de plants			Total plants
			Conifères de petit calibre	Feuillus de moyen calibre	Conifères de moyen calibre	
École du Plateau	Hull	2008-05 2008-06	30	8		38
École Saint-Jean-de-Brébeuf	Masson-Angers	2009-09		13		13
Parc du Gabbro	Hull	2008-05	200			200
Parc de soccer Jack-Éyamie	Masson-Angers	2006-10			235	235
Parc de soccer Robitaille	Buckingham	2006-10			235	235

3.3.3 Sites avec carte non inclus dans l'échantillon

Plusieurs des sites avec carte qui ne sont pas inclus dans l'échantillon présentent soit des caractéristiques redondantes aux sites de l'échantillon ou apparaissent difficiles d'accès. C'est le cas des sites du corridor écologique Philémon-Wright, du Ruisseau Desjardins, d'un site inconnu vraisemblablement attenant au boulevard des Allumettières dans le secteur Aylmer.

3.4 Méthodologie

La méthodologie adoptée en termes d'échantillonnage, d'instrumentation, d'aide à la prise de notes et autres détails relatifs au déroulement des visites de sites a pour but l'observation des indicateurs la plus objective et complète possible. La qualité de l'analyse et des recommandations en dépend.



Figure 3.1 : Localisation des sites visités
(Carte tirée et modifiée du logiciel Google Earth)

3.4.1 Planification et déroulement des visites de sites

Les visites de sites, effectuées par une équipe d'une ou deux personnes, ont eu lieu entre le 11 et 17 août 2011. Toutes les visites ont eu lieu par temps ensoleillé.

Pour documenter les observations, une liste d'observations a été préparée. Cette dernière a permis de colliger sur place, lors des visites, les renseignements propres à chaque site, y compris le recensement des arbres et les observations relatives aux indicateurs sélectionnés pour évaluer les services écologiques arboricoles. D'autres détails quant à la visite de sites, tels que la date et les membres de l'équipe, sont aussi notés. Une copie des fiches complétées est disponible à l'annexe 3.

Le nombre d'arbres par site visité varie de 13 à 63 203. La présence de plus de 500 plants sur trois des sites justifie l'utilisation de deux méthodes distinctes pour mesurer les indicateurs et procéder au recensement des arbres. Pour les sites de moins de 500 arbres, il a été possible d'effectuer un recensement complet et de mesurer les indicateurs sur l'ensemble du site. Au delà de ce nombre, une méthode d'échantillonnage a été préférable au recensement pour évaluer le taux de survie et les services écologiques. L'identification des arbres s'effectue au meilleur des connaissances des participants, qui ne sont pas des experts en foresterie. Certains indices ont pu néanmoins permettre

d'identifier les plants ajoutés dans le cadre du programme, les principaux étant l'âge en fonction des pousses annuelles et la disposition particulière, souvent en rang, des plants. La connaissance des essences plantées aurait été un outil indispensable à l'identification des arbres, mais cette information n'avait pas été transmise par les employés de la ville au moment des visites.

En ce qui a trait aux indicateurs, une plantation de grande envergure peut regrouper plusieurs emplacements distincts, entre autres, de par leur topologie, taille, localisation, mise en œuvre de la plantation, ainsi que le nombre, les types et le positionnement des plants. C'est pourquoi plusieurs fiches d'observations ont été remplies pour une même plantation de plus de 500 plants. Cette méthode a été employée pour le site du parc du Lac-Beauchamp, qui a été subdivisé en plusieurs secteurs, dont trois ont fait l'objet d'observations.

3.4.2 Instrumentation

Le nombre d'arbre a été enregistré à l'aide d'un compteur-enregistreur, leur hauteur et diamètre ont été mesurés avec un ruban à mesurer et les photographies ont été prises à l'aide d'un appareil photo numérique Canon Powershot SD1200 IS. L'identification des essences a été facilitée par la consultation du *Guide d'identification des arbres du Québec et de l'est de l'Amérique du Nord* (Williams, 2008), de *Arbres, arbustes et arbrisseaux du Québec* (Parrot et Dignard, 2009) et le *Répertoire des arbres et arbustes ornementaux* (Hydro-Québec, 2010), disponibles lors de la visite. Les distances ont été évaluées en utilisant le logiciel Google Earth.

3.4.3 Observations et résultats d'analyse

Les indicateurs, ainsi que tout renseignement pertinent relevés lors de la visite et inscrits sur la liste d'observations propre à chaque site ont été analysés pour dresser des constats quant aux services écologiques actuels et potentiels des plantations effectuées. Cette analyse est produite en deux temps. En premier lieu, tous les services écologiques sont systématiquement évalués pour chacun des sites de l'échantillon. Ensuite, ces évaluations sont synthétisées pour en arriver à une évaluation globale du programme.

3.5 Évaluation des services écologiques et compte rendu propre à chaque site de plantation

Pour chacun des sites, les principales observations sont décrites, et sont suivies d'un tableau synthèse de l'évaluation de chacun des services écologiques en fonction des indicateurs relevés. Cette évaluation comprend une description du service et une note sur 5, basée sur un gain optimum du service écologique selon le site et le nombre d'arbres plantés. Évidemment, des gains ne peuvent être mesurés que si le site s'y offre. Par exemple, aucun gain pour l'atténuation du bruit ne peut être attribué à moins que cette problématique ne soit présente. Lorsque opportun, une photo décrivant l'état de la plantation, ou illustrant certaines caractéristiques, est incluse. À noter que les listes d'observations complétées pour chaque site peuvent être consultées à l'annexe 2.

3.5.1 École du Plateau

Le site de l'École du Plateau, entouré d'un boisé et comprenant une école et sa cour asphaltée, des stationnements, un terrain de jeu et un terrain de soccer, a fait l'objet de plusieurs plantations, dont au moins deux dans le cadre du programme 100 000 arbres. L'absence d'une carte indiquant la localisation des plants et les nombreux feuillus plantés n'ont pas permis de distinguer les 8 feuillus plantés en 2008 des nombreux autres qui auraient fait partie de l'aménagement du terrain de soccer et du terrain de jeu au cours des mêmes années. En ce qui a trait aux 30 conifères de petit calibre colligés dans le tableau récapitulatif, aucune trace n'en a été observée.

L'analyse du site se limite à 15 épinettes bleues de cultivar Fat Albert plantées sur l'aire du terrain de jeu. Ces plants de moyen calibre ont été plantés lors de l'aménagement du parc, et sont compris dans les statistiques du programme, dans l'ensemble des travaux effectués par le groupe des aménagements urbains de la ville (Diver, 2011). À noter que cette espèce n'est pas indigène. Les principaux services écologiques découlant de leur présence, quoique modestes, sont l'interception de précipitations, le contrôle du ruissellement, la stabilisation d'une légère pente et la formation d'ombrage sur un sentier asphalté. D'autres plantations effectuées sur le site, exclus de l'analyse parce que leur origine ne pouvait être confirmée, fournissent un ensemble élevé de services écologiques. Par exemple, des arbres stabilisant une pente, ombrageant des surfaces pavées et des arbustes couvrant le mur extérieur de l'école ont été observés.

Tableau 3.3 : Évaluation des services écologiques pour le site de l'école du Plateau

Services écologiques	Évaluation	Pointage
Hydrologie et qualité de l'eau	<ul style="list-style-type: none"> • Interception des précipitations qui autrement ruisselleraient sur un terrain dont 40 % de la surface est imperméable. • Quelques arbres situés au milieu d'une légère pente captent le ruissellement et stabilisent le sol. 	1,5
Qualité de l'air	<ul style="list-style-type: none"> • Impact sur la qualité de l'air minime : quelques arbres disposés entre un terrain de jeu et une route, mais l'ensemble du terrain est entouré d'un boisé. 	1
Biodiversité	<ul style="list-style-type: none"> • Aucun gain : espèce exotique plantée à proximité d'un boisé. 	0
Bruit	<ul style="list-style-type: none"> • Arbres ne forment pas d'écran 	0
Îlots de chaleur urbains	<ul style="list-style-type: none"> • Réduction de la température par la formation d'ombre sur un sentier pavé. 	2
Séquestration du carbone	<ul style="list-style-type: none"> • Quinze arbres de taille moyenne 	0,5



Figure 3.2 : Épinettes en bordure d'un sentier pavé à l'école du plateau



Figure 3.3 : Épinettes situés dans une légère pente à l'école du plateau

3.5.2 Parc du Plateau

Le parc du Plateau, entouré d'une artère principale et d'un quartier résidentiel, est constitué d'un champ et d'un ruisseau. D'une longueur de 360 m, le segment du ruisseau situé dans le parc n'a fait l'objet d'observations que sur 60 m puisque le terrain accidenté était difficile d'accès. Sur cette distance, 15 plants ont été recensés sur la rive. Par extrapolation, le nombre d'arbres poussant sur la berge est estimé à 90. Ces plants incluent des frênes de Pennsylvanie et des ormes d'Amérique. Quant au champ, sur le

talus, la présence de plants s'est avérée difficile à démontrer. La végétation, haute de 1,5 mètre, fait non seulement obstacle au repérage des arbres, mais réduit aussi le potentiel de survie des plants. Bien qu'un recensement complet n'ait pas été effectué, le taux de survie est estimé à 8 %. Une visite printanière et complète du site devrait cependant être effectuée pour valider ces informations. De par leur présence sur la rive, les arbres la stabilisent, contrôlant ainsi l'érosion et contribuant à l'assainissement de l'eau. Les essences indigènes utilisées contribuent aussi à enrichir la biodiversité. À maturité, les frênes et les ormes du talus, avec leur canopée massive auraient eu un impact sur la qualité de l'air, de l'eau, du bruit et l'effet d'îlots de chaleur.

Tableau 3.4 : Évaluation des services écologiques pour le site du parc du Plateau

Services écologiques	Évaluation	Pointage
Hydrologie et qualité de l'eau	<ul style="list-style-type: none"> La stabilisation de la berge, dont l'escarpement est abrupte, contrôle l'érosion et favorise la végétation ripicole. Les gains ne sont pas optimaux en raison de la faible densité d'arbres. 	3
Qualité de l'air	<ul style="list-style-type: none"> Les arbres étant situés dans une tranchée, la capacité de purification d'air est limitée, mais possible puisque les essences plantées peuvent atteindre 15 m à 25 m 	1
Biodiversité	<ul style="list-style-type: none"> Deux espèces indigènes dénombrées L'une des espèces est sensible à la maladie hollandaise de l'orme 	1
Bruit	<ul style="list-style-type: none"> Les arbres étant situés dans une tranchée, l'atténuation du bruit est limitée, mais possible puisque les essences plantées peuvent atteindre 15 m à 25 m 	1
Îlots de chaleur urbains	<ul style="list-style-type: none"> Refroidissement par évapotranspiration accru en milieu humide 	2
Séquestration du carbone	<ul style="list-style-type: none"> Près de 100 arbres de grande taille 	2,5

3.5.3 Parc du Gabbro

Situé dans un quartier résidentiel en bordure d'une autoroute, le parc du Gabbro comprend des aires de jeu et un terrain de soccer. Plusieurs résidences font dos au parc. Le résultat de la plantation de 200 arbres donne deux lisières formées de deux rangées de thuyas. Les 57 arbres survivants auront pour principales fonctions de former un écran qui protégera les résidences du bruit en provenance de l'autoroute et du parc, ainsi que de purifier l'air de la pollution autoroutière.

Tableau 3.5 : Évaluation des services écologiques pour le site du parc du Gabbro

Services écologiques	Évaluation	Pointage
Hydrologie et qualité de l'eau	<ul style="list-style-type: none"> Réduction du ruissellement mineur compte tenu de l'absence de surfaces imperméable ou de plans d'eau. Captation des précipitations 	1
Qualité de l'air	<ul style="list-style-type: none"> Les thuyas formeront à terme une lisière entre l'autoroute et des résidences pouvant capter la pollution atmosphérique. L'impact sera modeste compte tenu du nombre d'arbres 	2
Biodiversité	<ul style="list-style-type: none"> Une seule essence indigène, non envahissante. 	1
Bruit	<ul style="list-style-type: none"> Les thuyas formeront à terme une lisière toutes saisons protégeant les résidences du bruit de l'autoroute et des enfants jouant dans le parc 	3
Îlots de chaleur urbains	<ul style="list-style-type: none"> Aucune formation d'ombre sur des surfaces à albédo faible. De plus, le port des thuyas est tel qu'ils forment peu d'ombrage. Refroidissement par évapotranspiration. 	1
Séquestration du carbone	<ul style="list-style-type: none"> Cinquante-sept arbres de taille moyenne 	2

3.5.4 Autoroute 5 – phase I

La plantation de 120 conifères entre l'autoroute et des résidences aurait prolongé une lisière d'épinettes qui s'étend sur plus d'un kilomètre le long de l'autoroute. La visite du site a cependant permis de constater qu'aucun arbre n'a survécu, les tuteurs étant la seule trace de la plantation des épinettes du Colorado et des épinettes de Norvège. Par conséquent, la plantation d'arbres sur ce site ne fournit aucun service écologique. Potentiellement, la lisière d'arbres aurait amélioré la qualité de l'air et atténué le bruit provenant de l'autoroute.

Tableau 3.6 : Évaluation des services écologiques pour le site de l'autoroute 5 – phase I

Services écologiques	Évaluation	Pointage
Hydrologie et qualité de l'eau	<ul style="list-style-type: none"> Aucun arbre 	0
Qualité de l'air	<ul style="list-style-type: none"> Aucun arbre 	0
Biodiversité	<ul style="list-style-type: none"> Aucun arbre 	0
Bruit	<ul style="list-style-type: none"> Aucun arbre 	0
Îlots de chaleur urbains	<ul style="list-style-type: none"> Aucun arbre 	0
Séquestration du carbone	<ul style="list-style-type: none"> Aucun arbre 	0



Figure 3.4 : Photographie du site de l'autoroute 5 – phase I

3.5.5 Parc du Lac-Beauchamp secteur nord

Le secteur nord du parc du Lac-Beauchamp forme un corridor clairsemé en forme d'entonnoir long de 800 m et d'une largeur atteignant jusqu'à 180 m. L'objectif de cette plantation étant le reboisement, 4000 plants y ont été greffés. Traversé par un sentier sur sa longueur, il a été possible d'effectuer des observations sur l'ensemble du secteur. Plusieurs arbres ont été plantés en bordure de boisés et dans les champs. Par contre, peu d'arbres se trouvent au centre du site où le sol est plus sablonneux. D'ailleurs, les arbres poussant dans le sable avaient une croissance bien inférieure aux autres de la même essence. De façon générale, les arbres sur ce site montrent une croissance supérieure à ceux observés sur la moyenne des sites. Au total, huit essences ont été répertoriées dont le peuplier faux-tremble, le pin blanc, l'épinette, le pin rouge, l'orme d'Amérique et le peuplier deltoïde. L'échantillonnage d'une partie du secteur a permis de recenser 61 feuillus et 55 conifères, ce qui correspond à la même proportion que ce qui a été planté. Les services écologiques les plus importants pour ce site de plantation sont la défragmentation du boisé existant et l'ajout d'essences variées, ce qui favorise la biodiversité du site, et la réduction de l'érosion et du ruissellement, qui améliore la qualité de l'eau du lac et des marais du parc. Non comptabilisé dans le cadre de cette analyse est l'éventuelle atténuation de la pollution atmosphérique et du bruit causé par les autobus qui circuleront sur une future voie réservée traversant le secteur.

Tableau 3.7 : Évaluation des services écologiques pour le site du parc du Lac-Beauchamp secteur nord

Services écologiques	Évaluation	Pointage
Hydrologie et qualité de l'eau	<ul style="list-style-type: none"> Stabilisation du sol sablonneux, interception des précipitations et captage du ruissellement Effet proportionnel au nombre d'arbres, qui est élevé Amélioration de la qualité de l'eau d'un lac à usage récréatif et de plusieurs marais en fonction du contrôle de l'érosion et du ruissellement 	4
Qualité de l'air	<ul style="list-style-type: none"> Effet marginal en l'absence d'une source importante de pollution, mais significatif due au nombre élevé d'arbres 	1
Biodiversité	<ul style="list-style-type: none"> Défragmentation d'un boisé sur une distance de 800 m Variété des plants : au moins 8 essences indigènes recensées 	4
Bruit	<ul style="list-style-type: none"> Aucune source de bruit importante 	0
Îlots de chaleur urbains	<ul style="list-style-type: none"> Évapotranspiration d'un nombre important d'arbres. Formation d'ombrage sur un terrain sablonneux 	2
Séquestration du carbone	<ul style="list-style-type: none"> Arbres de taille moyenne à élevée Évaluation incertaine : plantation à grande échelle, mais nombre d'arbres inconnu 	4



Figure 3.5 : Reboisement du secteur nord du parc du Lac-Beauchamp

3.5.6 Parc du Lac-Beauchamp secteur du sentier ouest

Le sentier ouest, légèrement accidenté, est situé dans un boisé du parc où l'on retrouve quelques milieux humides. Selon la carte produite par la ville de Gatineau, la plantation effectuée en 2007 visait l'enrichissement de la végétation de part et d'autre du sentier. À l'exception de quelques pins, les observations effectuées sur le segment nord du sentier n'ont pas permis d'identifier avec assurance les arbres issus du programme de plantation. Il a effectivement été difficile de différencier les jeunes spécimens d'origine naturelle de ceux qui auraient été plantés. Cette incertitude se répercute dans l'évaluation des services écologiques. Les principaux gains favorisent la biodiversité du site par l'enrichissement et la protection du boisé de la fragmentation résultant de randonnées hors-sentier.

Tableau 3.8 : Évaluation des services écologiques pour le site du parc du Lac-Beauchamp secteur du sentier ouest

Services écologiques	Évaluation	Pointage
Hydrologie et qualité de l'eau	<ul style="list-style-type: none">Stabilisation du sol et protection contre l'érosion bénéfique en présence de milieux humides	2
Qualité de l'air	<ul style="list-style-type: none">Aucune source de pollution	0
Biodiversité	<ul style="list-style-type: none">Enrichissement du boiséProtection du boisé par la densification des délimitations du sentier	2
Bruit	<ul style="list-style-type: none">Aucune source de bruit, si ce n'est des randonneurs	1
Îlots de chaleur urbains	<ul style="list-style-type: none">Évapotranspiration proportionnelle au nombre d'arbres, qui est inconnuLe sentier est déjà ombragé par la végétation en place.	1
Séquestration du carbone	<ul style="list-style-type: none">Arbres de taille moyenne à élevéeÉvaluation incertaine : plantation à grande échelle, mais nombre d'arbres inconnu	4

3.5.7 Parc du Lac-Beauchamp secteur du lac

Excluant la plage, des plants ont été ajoutés tout autour du lac Beauchamp. Ce segment comprend une piste de ski de fond, dont une partie est aussi un sentier pédestre en été. À divers endroits, un escarpement rocheux se situe à quelques mètres de la rive. La visite du tiers de ce site a permis de constater la plantation de mélèzes, de pins rouge, d'épinettes, de chênes et d'érables de part et d'autre du sentier. Il faut par contre souligner que certaines sections de la berge n'ont que du gazon pour végétation, n'ayant pas fait l'objet de plantations. Le services écologiques étant le plus amélioré se rapporte à

la qualité de l'eau et résulte du contrôle de l'érosion et de la végétalisation de la berge. Le nombre de plants étant inconnu, il est impossible de déterminer le taux de survie.

Tableau 3.9 : Évaluation des services écologiques pour le site du parc du Lac-Beauchamp secteur du lac

Services écologiques	Évaluation	Pointage
Hydrologie et qualité de l'eau	<ul style="list-style-type: none"> • Stabilisation de la berge et de l'escarpement à proximité du plan d'eau • Prévention de l'érosion et captage du ruissellement 	4
Qualité de l'air	<ul style="list-style-type: none"> • Effet marginal en l'absence d'une source importante de pollution et du boisé existant 	1
Biodiversité	<ul style="list-style-type: none"> • Protection à certains endroits du boisé par la densification des délimitations du sentier • Favorise la végétation ripicole et possiblement aquatique • Cinq essences indigènes plantées 	3
Bruit	<ul style="list-style-type: none"> • Aucune source de bruit importante • Les conifères formeront écran toute l'année 	0
Îlots de chaleur urbains	<ul style="list-style-type: none"> • Aucune surface à albédo faible • Évapotranspiration marginale par rapport au boisé existant 	0
Séquestration du carbone	<ul style="list-style-type: none"> • Arbres de taille moyenne à élevée • Évaluation incertaine : plantation à grande échelle, mais nombre d'arbres inconnu 	3



Figure 3.6 : Plantation sur la berge du lac Beauchamp

3.5.8 Parc Sanscartier

Le parc Sanscartier inclut trois terrains de baseball, une marina et un secteur non aménagé traversé d'une piste cyclable. C'est sur ce dernier que porta la plantation à grande échelle de 4001 arbres. La carte et le rapport de plantation indiquent que l'érable rouge, l'érable argenté, le frêne de Pennsylvanie, l'épinette blanche et l'orme d'Amérique devaient servir au reboisement du champ vague. L'intégral du vaste site a été parcouru, certains endroits à plusieurs reprises. Hormis quelques spécimens en bordure de la piste cyclable et dans un sous-bois, il a été impossible de démontrer la présence de plants en raison de la végétation s'élevant à 1,5 m. Tel qu'observé au parc du Plateau, la forte compétition végétale non ligneuse a fort probablement ralenti la croissance ou conduit à la mort des plants. Tout au plus, une cinquantaine d'arbres a été dénombré, ce qui réduit considérablement les gains environnementaux découlant de la plantation; le taux de survie, très approximatif s'élève à 1,2 %. De par la présence d'un plan d'eau d'importance, de milieux humides et d'un milieu naturel fragmenté, ce site possédait pourtant un excellent potentiel.

Tableau 3.10 : Évaluation des services écologiques pour le site du parc Sanscartier

Services écologiques	Évaluation	Pointage
Hydrologie et qualité de l'eau	<ul style="list-style-type: none">• Site sur la berge de la rivière Gatineau• Présence de milieux humides sur le site• Surface imperméable : piste cyclable• Nombre d'arbres négligeable	0
Qualité de l'air	<ul style="list-style-type: none">• Aucune source de pollution importante• Nombre d'arbres négligeable relativement au boisé existant	0,5
Biodiversité	<ul style="list-style-type: none">• Plantation aurait défragmenté un boisé• Reboisement d'une clairière par 7 arbres• Plantation de 5 essences indigènes, dont une envahissante	1
Bruit	<ul style="list-style-type: none">• Aucune source de bruit importante• Nombre d'arbres négligeable relativement au boisé existant	0
Îlots de chaleur urbains	<ul style="list-style-type: none">• Présence d'une piste cyclable• Nombre d'arbres négligeable	0
Séquestration du carbone	<ul style="list-style-type: none">• Moins de 50 arbres de taille élevée	2



Figure 3.7 : Faible taux de survie dans un champ au site du parc Sanscartier



Figure 3.8 : Plantation dans une clairière au site du parc Sanscartier

3.5.9 Parc Gendron

Situé entre un quartier résidentiel et un atelier municipal, le site du parc Gendron s'est vu bonifié de 45 plants de bouleau à papier en bordure du boisé existant et dans une clairière adjacente au dépôt à neige de l'atelier. L'essence plantée n'étant pas connue au moment de la visite du site, le recensement des arbres sur ce site, et particulièrement ceux plantés en lisière du boisé est probablement surévalué. Au total, 40 spécimens en santé et 1 spécimen mort ont été recensés, ce qui donne un taux de survie d'au moins 89 %.

Tableau 3.11 : Évaluation des services écologiques pour le site du parc Gendron

Services écologiques	Évaluation	Pointage
Hydrologie et qualité de l'eau	<ul style="list-style-type: none"> Aucune surface imperméable à proximité La plantation contribue à stabiliser le sol en pente située derrière le boisé existant 	1
Qualité de l'air	<ul style="list-style-type: none"> Atténuation de la pollution de l'air en provenance de l'atelier municipal, incluant le dépôt à neige Les gains sont fonction de la proportion de la plantation par rapport au boisé existant Le bouleau a un fort potentiel allergisant 	1
Biodiversité	<ul style="list-style-type: none"> Consolidation du boisé existant Défragmentation du boisé par reboisement de la clairière Une seule essence plantée : indigène et non envahissante 	2
Bruit	<ul style="list-style-type: none"> Atténuation du bruit en provenance de l'atelier municipal Gains sont fonction de la proportion de la plantation par rapport au boisé existant 	1
Îlots de chaleur urbains	<ul style="list-style-type: none"> Aucune surface à albédo faible ombragée Évapotranspiration : contribution faible par rapport au boisé existant 	1
Séquestration du carbone	<ul style="list-style-type: none"> Quarante-cinq arbres de taille moyenne 	2

3.5.10 Parc du Landing

Le parc du Landing se situe aux abords de la rivière du Lièvre. Une route pavée de 500 m sépare la berge d'un espace gazonné sur la longueur complète de l'étroit parc et un débarcadère se situe à l'une des extrémités. Tout comme les autres sites, l'essence plantée, l'érable argenté, n'était pas connue lors de la visite. Qu'à cela ne tienne, il a été impossible d'identifier avec assurance des spécimens issus du programme de plantation. L'absence de toute trace de plants est particulièrement évidente sur la lisière de gazon qui semble être régulièrement tondue. En l'absence d'observations tangibles d'arbres issues de la plantation de 2007, aucun gain environnemental n'est attribué. Le site présente cependant un potentiel intéressant pour la stabilisation et la revégétalisation de la berge. De plus, l'ombrage créé par la canopée imposante des érables argentés sur la route pavée aurait atténué l'effet d'îlots de chaleur.

Tableau 3.12 : Évaluation des services écologiques pour le site du parc du Landing

Services écologiques	Évaluation	Pointage
Hydrologie et qualité de l'eau	<ul style="list-style-type: none">Bande riveraine de 3 m à 8 m de large sur une longueur de 500 m	0
Qualité de l'air	<ul style="list-style-type: none">Usine à moins de 400 m	0
Biodiversité	<ul style="list-style-type: none">Essence indigène, envahissante	0
Bruit	<ul style="list-style-type: none">Usine à moins de 400 m, très bruyante le jour de la visite	0
Îlots de chaleur urbains	<ul style="list-style-type: none">Route pavée sur la longueur du parc	0
Séquestration du carbone	<ul style="list-style-type: none">Aucun arbre observé	0

3.5.11 Parc de soccer Robitaille

Le terrain de soccer du parc Robitaille, entouré d'un terrain de baseball, d'une aire de jeu, de résidences et d'une voie ferrée, devait être bonifié de 235 thuyas. Lors de la visite, 38 spécimens ont été observés, ce qui représente un taux de survie de 16 %. Les thuyas sont disposés en rang, dans une pente le long des cours arrières des résidences attenantes au terrain de soccer. Éventuellement, ils formeront un écran entre le terrain et les résidences. Dans une moindre mesure, les arbres intercepteront une partie des précipitations et du ruissellement s'écoulant vers le terrain de soccer.

Tableau 3.13 : Évaluation des services écologiques pour le site du parc de soccer Robitaille

Services écologiques	Évaluation	Pointage
Hydrologie et qualité de l'eau	<ul style="list-style-type: none"> • Sentier pavé à proximité des arbres, mais à distance du port érigé des thuyas • Stabilisation du sol et captation du ruissellement du terrain en pente • Interception des précipitations 	2
Qualité de l'air	<ul style="list-style-type: none"> • Aucune source de pollution importante 	1
Biodiversité	<ul style="list-style-type: none"> • Une seule espèce, indigène 	1
Bruit	<ul style="list-style-type: none"> • Formation d'un écran entre les résidences et le terrain de jeu 	3
Îlots de chaleur urbains	<ul style="list-style-type: none"> • Évapotranspiration • Formation d'ombrage sur le sentier pavé et les estrades en fin de journée 	2
Séquestration du carbone	<ul style="list-style-type: none"> • Trente-sept arbres de taille moyenne 	1,5



Figure 3.9 : Haie de thuyas au parc de soccer Robitaille

3.5.12 Parc de soccer Jack-Éyamie

Bordé de la rivière du Lièvre, de quartiers résidentiels et d'un champ de ferme, le parc Jack-Éyamie comprend des terrains de soccer et un terrain de baseball et une piscine municipale. À l'instar du parc de soccer Robitaille, 235 plants de thuyas devaient s'y ajouter. Sur place, on remarque trois arbres qui semblent disposés de façon à vouloir former une haie entre le terrain de soccer et la cour arrière des résidences. Le taux de survie étant de 1,3 %, les services écologiques découlant de cette plantation sont quasi inexistantes. Si la haie de thuyas s'était avérée, elle aurait principalement servit d'écran pour le bruit.

Tableau 3.14 : Évaluation des services écologiques pour le site du parc de soccer Jack-Éyamie

Services écologiques	Évaluation	Pointage
Hydrologie et qualité de l'eau	<ul style="list-style-type: none"> Potentiel de captation du ruissellement du terrain en pente et interception des précipitations Aucune surface imperméable 	0
Qualité de l'air	<ul style="list-style-type: none"> Aucune source de pollution importante 	0
Biodiversité	<ul style="list-style-type: none"> Une seule espèce, indigène 	0
Bruit	<ul style="list-style-type: none"> Formation ratée d'un écran entre les résidences et le terrain de jeu 	0
Îlots de chaleur urbains	<ul style="list-style-type: none"> Aucune surface à albédo faible 	0
Séquestration du carbone	<ul style="list-style-type: none"> Trois arbres de taille moyenne 	0



Figure 3.10 : Tentative de haie de thuyas au parc de soccer Jack-Éyamie

3.5.13 Gamelin

Le site Gamelin se situe dans le Parc de la Gatineau, tout près de l'une de ses principales portes d'entrée. Il s'agit d'un terrain vague de 0,14 ha attenant à une voie d'urgence qui sera éventuellement détruite pour remettre le terrain à l'état naturel (Thériault, 2011). On retrouve d'ailleurs d'autres sites de reboisement le long de la voie d'urgence. À ce site, auquel devait se greffer 90 épinettes blanches, seuls 7 spécimens ont été repérés dans la végétation non ligneuse haute de 1,5 m. Dans plusieurs cas, le repérage fût facilité par un fanion orange attaché au pied des plants. Pour reboiser le site et créer un couloir

écologique, il aurait fallu un taux de succès plus élevé que 8 %. Cette plantation contribue partiellement au reboisement, mais des plantations additionnelles sont requises.



Figure 3.11 : Épinette blanche poussant au site Gamelin malgré la végétation compétitive



Figure 3.12 : Épinette blanche poussant parmi la végétation rabattue au site Gamelin

Tableau 3.15 : Évaluation des services écologiques pour le site Gamelin

Services écologiques	Évaluation	Pointage
Hydrologie et qualité de l'eau	<ul style="list-style-type: none"> Aucune surface imperméable sur le site et un fossé le sépare de la voie d'urgence pavée L'ajout de 7 arbres sur un Terrain déjà végétalisé a un impact mineur sur l'hydrologie et le ruissellement 	0
Qualité de l'air	<ul style="list-style-type: none"> Route achalandée donnant accès au Parc de la Gatineau à 100 m du site Impact faible relativement au boisé existant 	1
Biodiversité	<ul style="list-style-type: none"> Une essence indigène, non envahissante Défragmentation du boisé incomplète due au faible nombre d'arbres 	1
Bruit	<ul style="list-style-type: none"> Bruit provenant de la route donnant accès au parc Les arbres disparates ne forment aucun écran 	0
Îlots de chaleur urbains	<ul style="list-style-type: none"> Aucun ombrage sur voie d'urgence pavée. Évapotranspiration marginale relativement au boisé existant 	0
Séquestration du carbone	<ul style="list-style-type: none"> Sept arbres de grande taille 	0,5

3.5.14 École St-Jean-de-Brébeuf

La cour de l'école St-Jean-de-Brébeuf est entourée de routes, dont l'une est très passante. Seul un côté est adjacent à des résidences, et c'est celui où on a planté 13 arbres de moyen calibre. Tous ont survécu. Quatre d'entre eux, au feuillage rouge, sont soit des cerisiers ou des pommiers. Les 9 autres, sont soit des caraganiers ou des féviers. Dans tous les cas, il s'agit d'espèces exotiques. Plantés au fond de la cour d'école, près de balançoires et de la cour arrière des résidences, ces arbres auront pour principal bénéfice de procurer de l'ombre aux écoliers.

Tableau 3.16 : Évaluation des services écologiques pour le site de l'école St-Jean-de-Brébeuf

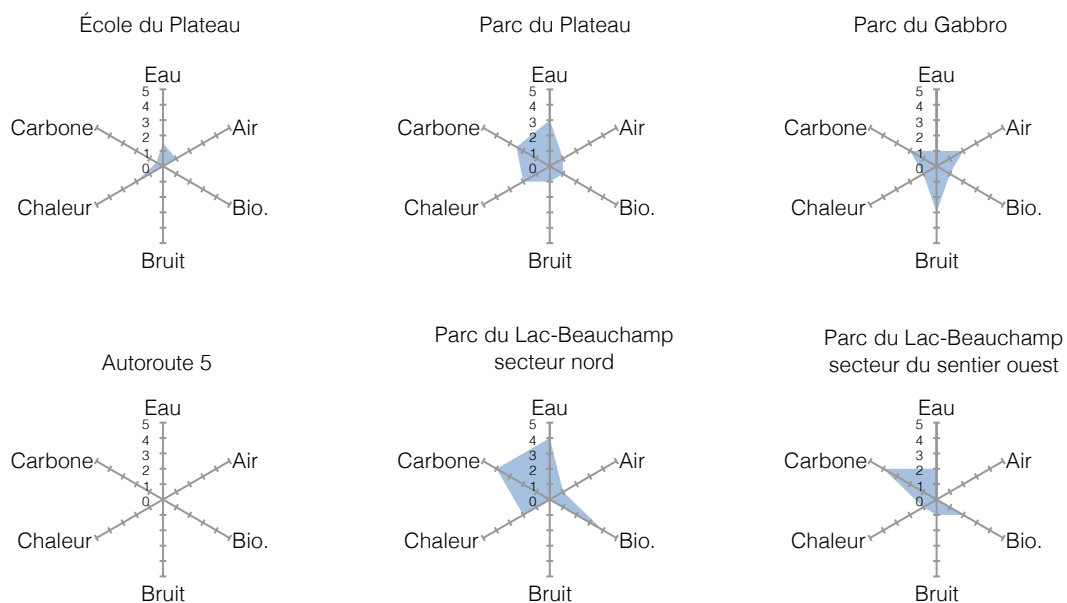
Services écologiques	Évaluation	Pointage
Hydrologie et qualité de l'eau	<ul style="list-style-type: none">Cour pavée à 20 %, mais en retrait des arbresInterception des précipitationsTerrain plat	1
Qualité de l'air	<ul style="list-style-type: none">Arbres en retrait d'une route achalandéeContribution marginale en fonction du nombre d'arbres	0,5
Biodiversité	<ul style="list-style-type: none">Deux espèces exotiques	0
Bruit	<ul style="list-style-type: none">Canopée des arbres de moyenne stature formera un écran partiel entre les résidences et la cour d'école	1
Îlots de chaleur urbains	<ul style="list-style-type: none">Arbres procureront de l'ombrage aux enfantsSurface pavée de la cour ne sera pas ombragée	2
Séquestration du carbone	<ul style="list-style-type: none">Treize arbres de taille moyenne	1



Figure 3.13 : Arbres plantés à proximité des balançoires de la cour de l'école St-Jean-de-Brébeuf

3.6 Évaluation globale des services écologiques découlant du programme de plantation

Dans la mesure où l'échantillon de sites est représentatif de l'ensemble du programme, l'analyse des services écologiques observés permet de tirer des conclusions générales se rapportant à l'ensemble du programme 100 000 arbres. Cette évaluation globale est présentée pour chacun des services écologiques pouvant provenir de la plantation d'arbres. À titre d'aide mémoire, la figure 3.14 résume le pointage de chaque service écologique pour chacun des sites. La note moyenne pour chacun des services écologiques se situe entre 1,32 et 1,46 sur 5. Cette statistique d'apparence uniforme, ne révèle cependant pas la répartition de ces gains : certains services ayant un pointage variant peu, tandis que d'autres sont élevés pour certains sites et absents des autres. Il faut aussi considérer que cette moyenne n'est pas pondérée en fonction du nombre d'arbres, chaque site ayant un poids égal; son interprétation doit se faire avec discernement en ce qui concerne l'évaluation globale du programme. Hormis ces considérations, il n'en demeure pas moins que ces pointages démontrent que les gains environnementaux réalisés sont bien loin d'être optimaux.



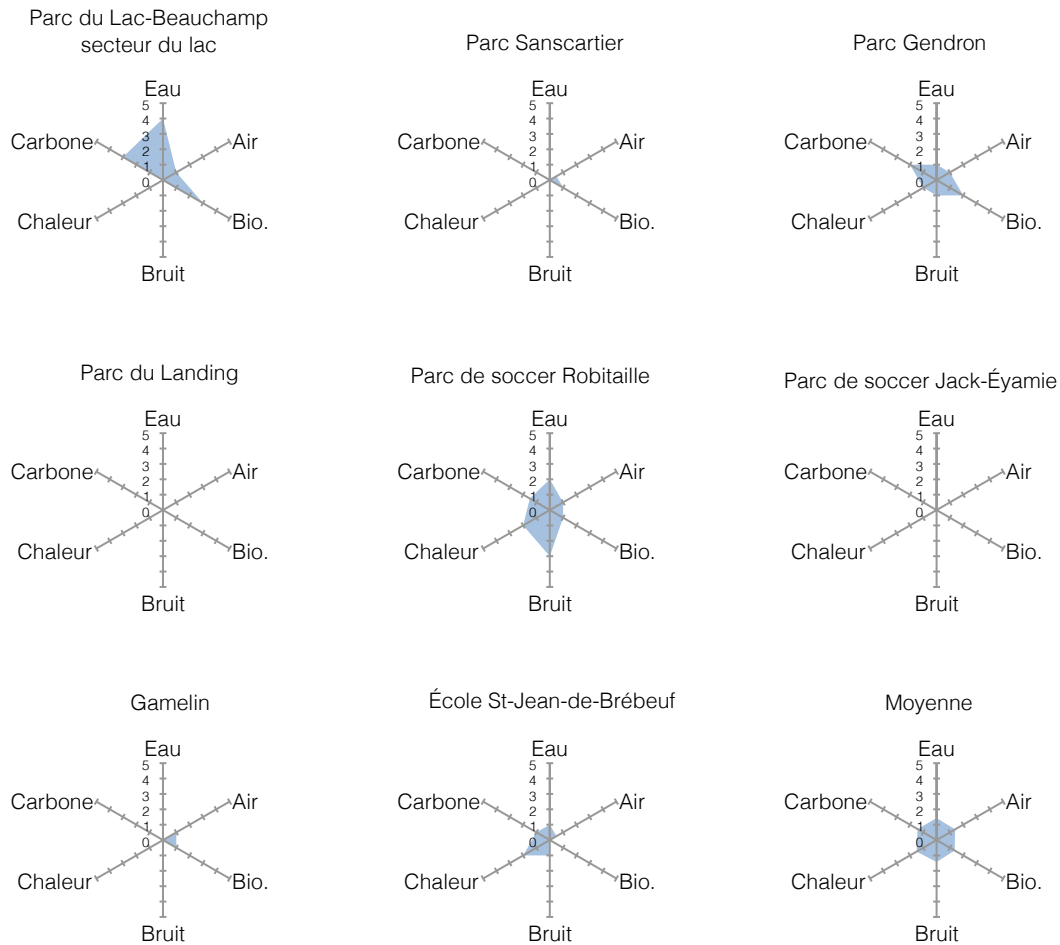


Figure 3.14 : Pointage des services écologiques pour chacun des sites et pointage moyen

3.6.1 Régularisation du débit hydrique et amélioration de la qualité de l'eau

Dans l'ensemble, les gains se rapportant à la régularisation du débit hydrique et à l'amélioration de la qualité de l'eau sont obtenus par la plantation d'arbres sur la berge de plans d'eau ou à proximité de milieux humides. Les gains sont donc élevés pour les sites comme ceux du parc du Lac-Beauchamp et du parc du Plateau. En l'absence de ces caractéristiques, les gains enregistrés sont liés à l'interception des précipitations et du ruissellement, ainsi qu'à la stabilisation de terrains en pente. À noter qu'aucune plantation de l'échantillon n'a cependant permis d'observer l'emploi d'arbres sur des sites urbains hautement imperméabilisés, comme dans un stationnement ou en bordure de route.

En ce qui a trait au choix des espèces, il est surprenant qu'un site comme celui du parc du Plateau, où un ruisseau urbain coule, ne compte pas d'essences adaptées aux milieux humides. Certes, le frêne de Pennsylvanie et l'orme d'Amérique sont de bons choix pour

le talus, en bordure de l'éventuelle piste cyclable, mais le Myrique baumier, la viorne cassinoïdes ou le cornouiller stolonifère, pour n'en nommer que trois, auraient été mieux adaptés. Ces espèces étaient pourtant disponibles, puisque utilisés au parc du Lac-Beauchamp.

3.6.2 Amélioration de la qualité de l'air

Tout arbre améliore la qualité de l'air, cependant ce service écologique est optimal lorsque l'arbre est à proximité d'une source de pollution. Hormis le site de l'autoroute 5 – phase I, où aucun arbre n'a survécu, aucune plantation ne permet d'entrevoir la formation d'un filtre arboricole à proximité d'une source de pollution atmosphérique. Puisqu'une grande partie des arbres plantés dans le cadre du programme l'ont été dans des boisés existants ou à distance d'une source de pollution de l'air, on observe un gain sur la quasi-totalité des sites, mais il est loin d'être optimal, comme l'indique le pointage maximal de 2. À noter que la plantation d'essences à fort potentiel allergisant s'est limitée aux 45 bouleaux du parc Gendron, alors que seul le saule, planté au parc du Lac-Beauchamp est un émetteur important de COV. Le choix des essences s'est donc fait de façon à éviter les désavantages que peuvent causer les arbres sur la qualité de l'air.

3.6.3 Augmentation de la biodiversité

Les gains les plus importants en termes de biodiversité sont obtenus par la défragmentation ou l'enrichissement de boisés existants. Comme les plantations de 1000 arbres et plus, tous de petit calibre, représentent près de 80 % des arbres comptabilisés dans le cadre du programme, globalement, il s'agit du service écologique ayant été le plus amélioré. Les petits calibres provenant généralement du Ministère des Ressources naturelles et de la Faune, l'apport d'espèces indigènes est respecté. D'ailleurs, au parc du Lac-Beauchamp, ce sont des plants de 19 essences différentes, tous indigènes, qui se sont ajoutés au boisé en 2007.

Certes, les gains en termes de biodiversité sont importants, mais ils ne sont pas optimaux. D'abord, les observations aux parcs du Plateau et Sanscartier, ainsi qu'au site Gamelin, portent à croire que le taux de survie est inférieur à 10 % en présence de végétation compétitive. Il y a fort à parier que cette situation se retrouve sur plusieurs sites de reboisement. Autre nuance au sujet des gains en biodiversité, la répartition concentrée sur quelques sites. En effet, si 41 % des arbres se trouvent au parc du Lac-Beauchamp et

dans la forêt Boucher, d'autres secteurs ou quartier de la ville sont nécessairement négligés. Permettre au plus grand nombre de citoyens d'être en contact avec la biodiversité indigène ne peut s'accomplir qu'en répartissant les plantations là où il y a, d'emblée, peu de végétation. C'est exactement le contraire qui s'est produit.

3.6.4 Atténuation du bruit

L'atténuation du bruit est un service écologique qui s'observe principalement sur des sites où une haie de thuyas forme un écran entre un terrain de jeu et des résidences. De façon générale, pour être efficace, la formation d'un écran sonore nécessite une planification spécifique à cet effet. Les gains pour ce service écologique sont donc faibles sur la majorité des sites. Si le taux de survie avait été plus élevé aux parcs du Gabbro, Robitaille et Jack-Éyamie, les gains auraient été plus importants. La disposition d'une haie comme écran entre une route achalandée et des milieux habités ou fréquentés, tel que tenté sur le site de l'autoroute 5 – phase I, permettrait à la fois d'obtenir des gains en termes de qualité de l'air et d'atténuation du bruit.

3.6.5 Atténuation du phénomène d'îlots de chaleur

Comme les sites de l'échantillon comportent peu de surfaces construites, dont les propriétés thermiques diffèrent des végétaux, l'atténuation du phénomène d'îlots de chaleur a été peu observée. Les gains se limitent donc au refroidissement par évapotranspiration, alors que l'apport d'ombrage sur des surfaces construites est marginal. Ces observations s'expliquent peut-être par le fait qu'aucune des plantations de l'échantillon n'est située dans les secteurs densément urbanisés. Pourtant, des plantations y ont été effectués, entre autres, pour reverdir le boulevard Gréber. Le Service des infrastructures de Gatineau a notamment procédé à des plantations d'arbres de moyen calibre dans les emprises routières, mais leur emplacement n'est pas répertorié. Ces sites n'ont donc pas pu être étudiés. En conséquence, il est possible que les gains en matière d'atténuation d'îlots de chaleur soient sous-évalués par rapport aux gains réels de l'ensemble du programme. Par contre, il n'en demeure pas moins que la plantation à grande échelle de plants de petit calibre dans des boisés existants, qui représente près de 80 % des arbres comptabilisés dans le programme, a peu d'effet sur le phénomène. Pour optimiser ce service écologique, des arbres individuels de moyen calibre devraient être plantés stratégiquement, là où le problème est identifié.

3.6.6 Séquestration du carbone

Puisque la séquestration du carbone est fonction du taux de survie, les explications concernant cet aspect du programme s'appliquent. À la lumière de celles-ci, la séquestration du carbone évaluée dans le bilan est nettement moins élevée que prévu.

3.7 Évaluation du taux de survie

Puisque le taux de survie est un facteur déterminant de l'ampleur des services écologiques découlant du programme de plantations, une analyse doit lui être consacrée.

Tel que décrit dans la section 3.4.1, la méthode employée pour calculer le taux de survie varie selon la taille de la plantation. Les neuf sites pour lesquels un recensement complet fut possible ont tout au plus 235 plants. Sur ces sites, 158 arbres ont été observés par rapport aux 1148 plants comptabilisés. Le taux de survie calculé à partir de ces recensements est donc de 14 %. Si l'on tient compte du parc Sanscartier, où il y a une incertitude par rapport au total d'arbres observés et du parc du Plateau, où le nombre d'arbres a été extrapolé, le taux de survie est de 5 %. Certes, les sites du parc du Lac-Beauchamp, où les conditions sont possiblement plus favorables à la survie des plants, ne sont pas inclus dans ce calcul, mais ces taux sont beaucoup plus faibles que le taux théorique de 75 % rapporté dans le *Bilan du programme 100 000 arbres*. À titre indicatif, un taux de survie de 55 % aurait été nécessaire pour donner 100 000 arbres. Selon les taux de survie hypothétiques de 5 ou 14 %, le programme aurait permis d'ajouter 9138 ou 25 585 arbres.

Les causes de mortalité élevée peuvent être multiples. Sur les sites de reboisement, la végétation non-ligneuse compétitive a nettement pris le dessus. Le taux de survie de 8 % au site Gamelin, basé sur un recensement complet, est probablement représentatif de plusieurs plantations à grande échelle effectuée à l'aide de plants de petits calibres. À noter que dans les champs adjacents au site Gamelin, des feuillus de moyen calibre, probablement plantés pas la Commission de la capitale nationale, montrent nettement plus de vigueur. Les autres causes possibles de mortalité incluent le vandalisme, la sécheresse et le manque d'entretien. Vu le manque de connaissances de l'emplacement des plants, il ne serait pas surprenant d'apprendre que certains plants aient succombés sous la lame d'une tondeuse affairée à l'entretien d'un parc.

Sur un site, nommément le parc du Landing, l'absence de toute trace évidente de plants permet de mettre en doute le fait même qu'une plantation y ait eu lieu. Une comptabilisation exagérée pourrait aussi, en partie, expliquer le taux de survie nettement plus bas que prévu.

Finalement, la seule plantation de l'échantillon où tous les arbres ont survécus, l'école St-Jean-de-Brébeuf, comporte des arbres de moyen calibre avec tuteurs. Ce type de plants, plus coûteux et sertie d'une garantie, compte pour 11 % du programme, mais seulement 1 % de l'échantillon recensé. La sous-représentation des arbres de moyen calibre dans l'échantillon peut également contribuer à sous-estimer le taux de survie.

Tableau 3.17 : Taux de survie mesurés sur les sites de l'échantillon

Site	Nombre d'arbres		Taux de survie	Remarques
	Observés	Plantés		
École du Plateau	0	30	0 %	Aucun conifère de petit calibre observé
Parc du Plateau	90	1125	8 %	Taux extrapolé à partir du recensement d'un segment du site
Parc du Gabbro	57	200	29 %	Recensement complet du site
Autoroute 5 – phase I	0	120	0 %	Recensement complet du site
Parc du Lac-Beauchamp secteur nord	inconnu	4000		Secteur vaste et hétérogène, une méthode de recensement aurait été très imprécise.
Parc du Lac-Beauchamp secteur du sentier ouest	inconnu	inconnu		Plantation de 36 152 plants répartis sur 4 secteurs
Parc du Lac-Beauchamp secteur du lac	inconnu	inconnu		Plantation de 36 152 plants répartis sur 4 secteurs
Parc Sanscartier	50	4001	1 %	Recensement complet du site, incertitude quant aux plants cachés parmi la végétation des champs
Parc Gendron	40	45	89 %	Recensement complet du site. Surévaluation possible puisque l'essence plantée n'était pas connue lors de la visite
Parc du Landing	0	180	0 %	Recensement complet du site
Parc de soccer Robitaille	38	235	16 %	Recensement complet du site
Parc de soccer Jack-Éyamie	3	235	1 %	Recensement complet du site
Gamelin	7	90	8 %	Recensement complet du site
École St-Jean-de-Brébeuf	13	13	100 %	Recensement complet du site
Total	298	6274	5 %	Excluant les sites du parc du Lac-Beauchamp.

CHAPITRE 4 : RECOMMANDATIONS POUR L'OPTIMISATION DES GAINS ENVIRONNEMENTAUX DÉCOULANT D'UN PROGRAMME DE PLANTATION

L'étude des sites de plantation et de la documentation afférente au programme 100 000 arbres de la ville de Gatineau permet de dresser des constats sur l'efficacité du programme, particulièrement en ce qui a trait aux services écologiques. Ces constats sont à la base des recommandations, d'ordre général et spécifique, portant expressément sur l'optimisation des gains environnementaux découlant de projets de plantation d'arbres. Malgré le fait que les recommandations soient élaborées sur mesure pour la ville de Gatineau, elles peuvent certainement être adoptées par d'autres municipalités québécoises ou nord-américaines. À noter qu'aucune recommandation ne vise spécifiquement les plantations déjà effectuées, si ce n'est que de valider le taux de survie par l'inspection de sites additionnels.

4.1 Constats

Les constats exposés dans cette section sont en fait une synthèse des principales constatations ressortant des analyses documentaires et pratiques présentées respectivement aux chapitres 2 et 3. Les constats sont divisés de façon à traiter des objectifs de départ, de la mise en œuvre et du suivi du projet, ainsi que des gains environnementaux en découlant.

4.1.1 Atteinte des objectifs

Rappelons que les objectifs fondamentaux du programme, tels que fixés par le maire et le conseil municipal de la ville de Gatineau, étaient : procéder au verdissement et à l'embellissement de la municipalité, et améliorer la qualité de vie des citoyens par l'ajout de 100 000 arbres entre 2006 et 2009. Les principaux constats quant aux réalisations des objectifs du programme sont énumérés ci-dessous.

- L'objectif de 100 000 arbres a été dépassé de 82 752 plants. L'atteinte de cet objectif est grandement attribuable aux plantations à grande échelle d'arbres de petit calibre; cela a également permis de minimiser les coûts du programme. Cependant, les taux de survie mesurés dans le cadre de ce travail portent à croire qu'environ 25 000 arbres sont toujours en vie.
- Le projet a bénéficié d'importantes subventions; la ville de Gatineau a déboursé 193 031 \$, soit 43 % des coûts.

- Les objectifs quant au verdissement et à l'embellissement de la ville, ainsi qu'à l'amélioration de la qualité de vie des citoyens, sont vagues et difficilement mesurables. D'ailleurs, le bilan effectué par le Service de l'environnement de la municipalité ne donne aucune conclusion spécifique quant à l'atteinte de ces objectifs.
- L'objectif de répartir les plantations dans tous les secteurs de la ville a été respecté.

4.1.2 Mise en œuvre et suivi

La mise en œuvre du projet, sous la responsabilité d'un employé municipal, a nécessité l'apport d'une multitude d'intervenants du monde municipal, d'organismes communautaires et de gens d'affaires. Effectuées dans le cadre des volets municipal, grand public et par appel de projets, les plantations sont concentrées, en termes de nombre d'arbres, sur un nombre restreint de sites, où des milliers de plants de petit calibre ont été ajoutés. Les résultats de la mise en œuvre ont été mis en évidence lors des visites de sites et les cartes, les rapports de travaux de plantation et le *Bilan du programme 100 000 arbres* constituent l'ensemble de la documentation qui atteste du suivi du projet. Les constats énumérés ci-dessous ressortent de l'étude de la mise en œuvre du programme.

- Le chargé de projet, un employé du Service de l'environnement, avait la responsabilité de coordonner la mise en œuvre, d'effectuer le suivi et d'assurer la réalisation des objectifs du programme. Compte tenu de l'ampleur du projet, de l'échéancier, des connaissances requises et de la multitude d'intervenants, les tâches qui lui incombaient ne pouvaient probablement pas être réalisées par une seule personne.
- Les ressources financières et la main-d'œuvre ont été allouées presque exclusivement dans le but d'atteindre les cibles en termes de nombre d'arbres plantés, au détriment de l'entretien et du suivi nécessaire à la pérennité des gains que procure l'ajout d'arbres à l'écosystème urbain. En d'autres termes, les visées politiques irréalistes ont engendrées la plantation d'un grand nombre d'arbres sans toutefois prévoir leur survie et assurer leur vigueur.
- La documentation concernant la réalisation des plantations, l'emplacement des plants, le choix des essences, la planification et l'exécution de l'entretien, ainsi que le suivi des résultats propres à chaque site de plantation est souvent absente ou incomplète. De plus, aucun suivi n'est possible pour les plants distribués dans le cadre du volet grand

public puisqu'il est impossible de connaître leur emplacement une fois remis à un particulier.

- La documentation déficiente est un obstacle à l'évaluation du programme; particulièrement en ce qui a trait au repérage et recensement des arbres sur les sites.
- Neuf fois plus de plants de petit calibre ont été plantés que les plants de moyen calibre, mais le taux de survie plus élevé de ces derniers porte à croire que cet écart s'amenuise si on ne considère que les arbres toujours en vie.
- Les plants de moyen calibre sont beaucoup plus onéreux que les plants de petit calibre, mais ils sont serti d'une garantie et l'entretien est habituellement inclus dans leur coût.
- L'entretien déficient des plants de petits calibre, en particulier ceux plantés là où la végétation compétitive est forte, est en grande partie responsable du faible taux de survie observé pour l'ensemble du programme.

4.1.3 Gains environnementaux

Le choix des sites élaboré dans le plan d'action était conçu de façon à ce que le programme génère de gains environnementaux. Ces gains n'ont cependant jamais été validés par la municipalité une fois les plantations terminées. Le présent travail se devait de corriger cette lacune. Pour les sites visités, les gains mesurés sont de grandeur équivalente pour chacun des services écologiques. Cependant, la généralisation de ces observations à l'ensemble du programme nécessite l'extrapolation des résultats au prorata du nombre d'arbres plantés par site. Les constats ci-dessous découlent de l'analyse des gains environnementaux réalisés dans le cadre du programme 100 000 arbres.

- En termes de nombre d'arbres, les gains environnementaux les plus importants sont ceux obtenus par les plantations à grande échelle. Ces plantations, effectuées par l'ajout massif de plants de petit calibre, ont pour principale fonction l'enrichissement de boisés existants et le reboisement des champs vagues.
- Les services écologiques obtenus par les plantations à grande échelle portent principalement sur la biodiversité, la séquestration du carbone et la qualité des plans d'eau ou des milieux humides – s'ils s'en trouvent sur le site.
- Les services écologiques afférents à l'atténuation du bruit, à l'amélioration de la qualité de l'air et à l'atténuation du phénomène d'îlots de chaleur, dont les gains sont optimaux

en fonction de l'emplacement de l'arbre relativement aux structures urbaines, ont été peu observés.

- Le faible taux de survie est un facteur limitant majeur des gains en services écologiques arboricoles découlant du programme.

4.2 Recommandations générales

Dans le but d'optimiser les gains environnementaux, trois recommandations générales sont proposées. Ces recommandations sont en fait les lignes directrices sur lesquelles sont fondées les recommandations spécifiques. Les recommandations générales sont énumérées ci-dessous.

- Établir les objectifs du programme en termes de bénéfices mesurables, plutôt qu'en fonction d'un nombre arbitraire d'arbres à planter.
- Mettre en application le principe du « bon arbre au bon endroit » en ciblant des problèmes environnementaux précis.
- Effectuer un entretien et un suivi permettant d'obtenir les services écologiques voulus.

4.3 Recommandations spécifiques

Pour exécuter les recommandations générales, des recommandations concrètes et spécifiques sont proposées. À noter que les recommandations spécifiques recourent habituellement plus d'une recommandation générale.

4.3.1 Élaborer un plan d'intervention environnemental arboricole

L'optimisation des services écologiques découlant de la plantation d'arbres passe nécessairement par des interventions ciblant les problèmes environnementaux les plus criants. Pour ce faire, il est recommandé que la municipalité prépare un plan d'intervention environnemental arboricole. À noter qu'un tel plan pourrait être adapté et intégrer les aspects économique et social, si l'objectif devenait d'optimiser la plantation d'arbres aux fins du développement durable.

L'élaboration d'un plan d'intervention environnemental arboricole implique *a priori* l'identification des problèmes environnementaux prioritaires. Ce diagnostic doit servir de point de départ à l'analyse de divers projets de plantation envisageables, et pourrait s'inspirer du portrait environnemental présenté au chapitre 2. Un cadre d'analyse élaboré à partir de critères de services écologiques, tels que les indicateurs de services

écologiques développés dans le cadre de ce travail et présentés au chapitre 3, devrait être utilisés pour prioriser les projets de plantations en fonction des gains environnementaux maximaux. L'utilisation d'un logiciel de modélisation des services écologiques, tel que recommandée à la section 4.3.5, pourrait également être considérée pour effectuer cette analyse. L'objectif final du plan d'intervention est de dresser une liste de projets de plantation prioritaires qui seraient mis en œuvre bon an mal an en fonction des ressources disponibles. Révisé annuellement, le plan d'intervention devrait également inclure un suivi de tous les projets réalisés, ce qui devrait permettre d'apporter des correctifs à la mise œuvre des projets, ainsi que d'apporter des ajustements au cadre d'évaluation et le classement des projets de plantation proposés.

4.3.2 Établir un groupe de travail municipal et multidisciplinaire

L'étude du projet 100 000 arbres a démontré que diverses expertises sont requises pour mener à bien un programme de plantation à grande échelle. Cette expertise se trouve déjà, en grande partie, dans les divers groupes ou services municipaux ayant contribué à la réalisation de plantations; ces experts sont entre autres des spécialistes en foresterie, en architecture du paysage, en environnement, en arboriculture ou en urbanisme. Il est recommandé que la municipalité établisse un groupe de travail multidisciplinaire, qui aurait le mandat d'élaborer et de réviser le plan d'intervention arboricole, ainsi que de fournir des conseils pour la conception et la mise en œuvre de projets de plantation. Le chargé de projet présiderait le groupe de travail, et serait ultimement responsable du programme et de trouver du financement. Le privilège de choisir les projets et d'en effectuer la mise en œuvre, demeure la responsabilité des départements qui les financent; idéalement, les projets identifiés dans le plan d'intervention devraient recevoir une considération toute spéciale. À noter que le groupe de travail pourrait aussi évaluer les soumissions obtenues dans le cadre d'un volet de plantation par appel de projets.

4.3.3 Inclure l'entretien et le suivi dans tous les projets de plantations

L'entretien déficient étant largement responsable du faible taux de survie des plants et des gains environnementaux sous optimaux, il est recommandé d'inclure l'entretien et le suivi dans tout projet de plantation. Cette mesure doit être mise en place pour éviter les projets inefficaces, où la mise en œuvre s'est arrêtée à la mise en terre des plants, escamotant tout entretien et suivi. L'approche de laisser l'entretien à des organismes communautaires ou à des associations de citoyens n'a tout simplement pas fonctionné. Il

est donc impératif d'intégrer les ressources financières et humaines requises pour l'entretien et le suivi aux coûts de réalisation d'un projet de plantation, et prévoir la disponibilité de la main-d'œuvre requise. Évidemment, le nombre de projets réalisés annuellement sera moins élevé, mais les gains environnementaux par projet risque d'augmenter fortement – particulièrement lorsque des arbres de petit calibre sont plantés. De plus, un nombre de projets moins important permettra au groupe de travail d'allouer plus de temps pour concevoir et planifier la mise en œuvre de chaque projet. Il est également possible que plus d'arbres de moyen calibre soient plantés puisque l'entretien et la survie sont déjà inclus dans le coût de l'arbre.

4.3.4 Maintenir le volet grand public

La principale lacune du volet grand public proposé dans le programme de plantation 100 000 arbres est l'absence de renseignements au sujet de l'arbre une fois distribués à un particulier. La donation de pousses a néanmoins des avantages : c'est un outil de sensibilisation intéressant et le coût des plants de petit calibre est très faible. Pour ces raisons, il est recommandé de reconduire les activités de donations de plants à condition que seuls les arbres qui sont effectivement plantés ne soient comptabilisés. Pour ce faire, le bénéficiaire d'un plan serait appelé à signifier auprès de la municipalité le lieu et la date de plantation. La ville de Gatineau invite d'ailleurs déjà les citoyens à inscrire les arbres qu'ils possèdent à l'aide d'un service en ligne (Ville de Gatineau, 2009a). Le site web pourrait être adapté pour que les arbres issus du volet grand public puissent être inscrits.

Dans un autre ordre d'idées, il serait intéressant de jumeler les activités de distribution de plants à un concours de photos portant sur l'évolution de la croissance des arbres, ce qui aurait pour effet d'augmenter l'aspect pédagogique de l'exercice.

4.3.5 Projet pilote : intégrer les logiciels de modélisation des bénéfices arboricoles de la trousse i-Tree dans le cadre d'évaluation des projets

La trousse i-Tree comprend plusieurs logiciels permettant d'évaluer les bénéfices de la présence d'arbres. Par exemple, le logiciel i-Tree Eco permet de prédire les bénéfices environnementaux et économiques de forêts urbaines en tenant compte, entre autres, de l'emplacement des arbres et de données météorologiques. Le logiciel i-Tree Street permet de déterminer les coûts et les bénéfices d'un projet, incluant la valeur monétaire des services écologiques. Les renseignements provenant de ces outils de modélisation

pourraient servir à comparer et classer les divers projets considérés dans le plan d'intervention arboricole selon la valeur des services écologiques. La plus grande utilité de certains de ces logiciels est de pouvoir procurer une valeur monétaire aux bénéfices découlant d'un projet de plantation, ce qui pourrait servir d'argument de taille pour justifier les coûts d'un projet et d'obtenir les ressources nécessaires à sa réalisation. Dans l'optique où l'intégration de coûts d'entretien et de suivi augmentera les coûts de réalisation d'un projet, il est nécessaire d'avoir de bons arguments pour obtenir les ressources financières nécessaires. Étant donné l'incertitude vis à vis de l'investissement en temps nécessaire à l'utilisation de ces logiciels, il est recommandé de procéder par étape en commençant par quelques projets. Si les logiciels donnent les résultats anticipés, il est recommandé de les utiliser de façon systématique pour tous les projets de plantation.

4.3.6 Documenter les projets de plantation et instituer un inventaire arboricole

Dorénavant, un document propre à chaque plantation devrait contenir les renseignements afférant à la planification, la réalisation de la plantation, l'entretien et le suivi du projet. Ces documents existaient pour plusieurs plantations du programme 100 000 arbres, mais ils étaient généralement incomplets. Dûment remplis, ces documents devraient servir de référence pour effectuer le suivi annuel d'un projet, tel que prévu dans le plan d'intervention arboricole. Les données recueillies devraient également être colligées dans un inventaire arboricole municipal, qui devrait être développé et instauré. Pour tout programme de plantation, un inventaire de chaque arbre est nécessaire pour mesurer les résultats et gérer l'entretien des arbres dont la municipalité est responsable. Pour plus de précision, les coordonnées géographiques des plants, déterminées à l'aide d'appareils de géolocalisation, devraient faire partie des informations colligées dans l'inventaire. Si cette information avait été disponible lors des visites de sites, le repérage de tous les plants aurait été possible, ce qui aurait amélioré l'exactitude de l'évaluation des services écologiques.

CONCLUSION

L'objectif de ce travail était de mesurer les gains environnementaux découlant du programme de plantation 100 000 arbres 2006-2009 de la ville de Gatineau et de formuler des recommandations pour que ces gains puissent être optimisés, soit pour ce programme ou pour tout projet de plantation à grande échelle.

Pour évaluer la performance environnementale du programme, il a d'abord été nécessaire d'identifier les conséquences environnementales de l'urbanisation et de connaître la capacité qu'ont les arbres de remédier aux problèmes environnementaux propres à l'écosystème urbain. En fonction de ces connaissances, des indicateurs ont été développés pour les principaux services écologiques découlant de la plantation d'arbres. Un portrait environnemental de la ville de Gatineau était également nécessaire pour comprendre les tenants et aboutissants du programme de plantation 100 000 arbres.

Le bilan de la performance environnementale du programme est le fruit de l'étude de la documentation disponible et de l'observation des résultats concrets sur le terrain. L'exactitude des constats tient à la représentativité de l'échantillon de sites, et peut avoir été limitée par le fait que l'auteur n'est pas un expert en foresterie et que la documentation déficiente, ainsi que la présence de végétation compétitive, aient été des obstacles au repérage des plants.

Les principaux bénéfices obtenus par la plantation de 182 752 arbres sur le territoire de la ville de Gatineau sont : l'augmentation de la biodiversité, la séquestration du carbone et l'amélioration de la qualité de l'eau. Ces gains sont majoritairement obtenus par la plantation massive de plants de petit calibre sur un nombre restreint de sites – ce type de plantation est le moyen le plus efficace qu'a trouvé la municipalité pour atteindre l'objectif en termes de nombre d'arbres. Sur ces sites, les arbres sont généralement plantés pour enrichir les boisés existants ou reboiser des champs vagues. À noter que le programme a peu accompli en ce qui a trait à l'atténuation du bruit, à l'amélioration de la qualité de l'air et à l'atténuation du phénomène d'îlots de chaleur. La cause de ces lacunes : les services écologiques énumérés sont optimaux lorsque les arbres sont stratégiquement positionnés à proximité de structures urbaines. Cependant, tous services écologiques confondus, le facteur qui limite les gains environnementaux davantage que tout autre est le faible taux de survie. Selon la méthode de calcul employée, le taux de survie varie entre 5 ou 14 %,

ce qui est bien en deçà du taux théorique de 75 % utilisé lors de la conception du programme.

Les recommandations émises dans le but d'optimiser les gains environnementaux découlant d'un projet de plantation municipale à grande échelle visent principalement un meilleur positionnement des arbres en fonction de problèmes environnementaux tangibles et l'amélioration du taux de survie par un entretien adéquat. Concrètement, il est recommandé d'élaborer un plan d'intervention environnemental arboricole, d'établir un groupe de travail municipal et multidisciplinaire, d'inclure l'entretien et le suivi dans tous les projets de plantations, de lancer un projet pilote pour évaluer les bénéfices des projets de plantation à l'aide de logiciels de modélisation, de documenter de façon adéquate les projets de plantation et d'instituer un inventaire arboricole.

Il est possible que la mise en œuvre de toutes ces recommandations aura pour effet de réduire le nombre d'arbres plantés. Par contre, les projets seraient mieux conçus et exécutés. Idéalement, le Service de l'environnement obtiendrait un financement annuel récurant pour effectuer un nombre limité des projets efficaces, conçus par des experts pour maximiser les bénéfices et ayant un taux de survie élevé. Le premier programme s'est concentré sur les boisés existants; la plantation d'arbres dans des secteurs plus urbanisés permettrait de s'attaquer à des problèmes environnementaux importants : le ruissellement urbain et les îlots de chaleur.

Il est certain que l'adoption des mesures proposées dépend fortement des ressources financières que voudront bien allouer les élus municipaux. En plus des coûts de mise en œuvre, l'entretien à long terme d'arbres peut demander des ressources financières considérables. Il y néanmoins lieu de se demander ce qui est plus politiquement favorable : célébrer la plantation d'un nombre d'arbres souvent remis en doute par la population et les médias, ou convier la presse dans un boisé urbain, entouré de plusieurs centaines d'arbres qui n'existaient pas quelques années auparavant.

Finalement, il faut rappeler que la plantation d'arbres ne peut pas pleinement restituer les services écologiques qui existaient avant l'urbanisation. Les milieux naturels qui subsistent, incluant les boisés, fournissent des services écologiques difficilement remplaçables. C'est donc dire qu'il n'est pas suffisant de planter des arbres : il faut aussi

conserver les boisés existants. La mise en œuvre du *Projet de plan de gestion des arbres et des boisés* de la ville de Gatineau serait un geste concret en ce sens.

RÉFÉRENCES

- Alvey, A.A. (2006). Promoting and preserving biodiversity in the urban forest. *Urban Forestry and Urban Greening*, vol. 5, n° 4, p. 195-201.
- Arbres Canada (1999). Le rôle des arbres dans la réduction du CO₂ dans l'atmosphère. In Arbres Canada. *Site de Arbres Canada*, [En ligne]. http://www.treecanada.ca/publications/pdf/french_reduceco2.pdf (Page consultée le 11 juin 2011).
- Barber, J.R., Crooks, K.R. and Fristrup, K.M. (2010). The costs of chronic noise exposure for terrestrial organisms. *Trends in Ecology and Evolution*, vol. 25, n° 3, p. 180-189.
- Blanchette, R. (2009). *L'Outaouais*. Québec, 180 p. (Collection Les régions du Québec histoire en bref).
- Bolund, P. and Hunhammar, S. (1999). Ecosystem services in urban areas. *Ecological Economics*, vol. 29, n° 2, p. 293-301.
- Breuer, L., Eckhardt, K. and Frede, H.-. (2003). Plant parameter values for models in temperate climates. *Ecological Modelling*, vol. 169, n° 2-3, p. 237-293.
- Carpentier, S. (1 septembre 2011). *Classification de la qualité bactériologique des eaux de baignade_Réponse*. Courrier électronique à Simon St-Pierre, adresse destinataire : simon.stpierre@gmail.com
- Comité du bassin versant de la rivière du Lièvre (2010). Rivière du Lièvre - Portrait et diagnostic. In Comité du bassin versant de la rivière du Lièvre. *Site du Comité du bassin versant de la rivière du Lièvre*, [En ligne]. http://www.cobali.org/portrait_diagnostic.php (Page consultée le 23 août 2011).
- Commission de la capitale nationale (2011). Parc de la Gatineau. In Commission de la capitale nationale. *Site de la Commission de la capitale nationale*, [En ligne]. http://www.canadacapital.gc.ca/bins/ncc_web_content_page.asp?cid=16297-16299-10170&lang=2&bhcp=1 (Page consultée le 23 août 2011).
- Diver, M. (2011). Discussion au sujet du programme de plantation 100 000 arbres. Communication orale. *Entrevue menée par Simon St-Pierre avec Michel Diver, Coordonnateur, aménagements urbains de la Ville de Gatineau*, 19 août 2011, Gatineau.
- Dumas, A. (2011). Discussion au sujet du programme 100 000 arbres. Communication orale. *Entrevue menée par Simon St-Pierre avec Alexandre Dumas, Coordonnateur en environnement, Service de l'environnement, Ville de Gatineau*, 19 août 2011, Gatineau.
- Environnement Canada (2011a). Données de qualité de l'air. In Environnement Canada. *Site d'Environnement Canada*, [En ligne]. http://www.ec.gc.ca/indicateurs-indicators/default.asp?lang=Fr&n=B1385495-1#aq_chart3_fr (Page consultée le 23 août 2011).
- Environnement Canada (2011b). *Inventaire national des rejets de polluants*, [En ligne]. <http://www.ec.gc.ca/inrp-npri/> (Page consultée le 23 août 2011).

- Environnement Canada (2011c). Le smog hivernal. *In* Environnement Canada. *Site d'Environnement Canada*, [En ligne]. <http://www.ec.gc.ca/air/default.asp?lang=Fr&n=AFF4D58F-1> (Page consultée le 7 mai 2011).
- Environnement Canada (2010a). Concentrations d'ozone troposphérique et de particules fines (P_{2,5}) enregistrées dans les stations de surveillance au Canada en 2008. *In* Environnement Canada. *Site d'Environnement Canada*, [En ligne]. <http://maps-cartes.ec.gc.ca/indicators-indicateurs/TableView.aspx?ID=2&lang=fr> (Page consultée le 23 août 2011).
- Environnement Canada (2010b). Fonderie de métaux de base. *In* Environnement Canada. *Site d'Environnement Canada*, [En ligne]. <http://www.ec.gc.ca/Air/default.asp?lang=Fr&n=B06262AE-1> (Page consultée le 7 mai 2011).
- Environnement Canada (2010c). Pluie acide. *In* Environnement Canada. *Site d'Environnement Canada*, [En ligne]. <http://www.ec.gc.ca/eau-water/default.asp?lang=Fr&n=FDf30C16-1> (Page consultée le 07 mai 2011).
- Environnement Canada (2010d). Les pluies acides. *In* Environnement Canada. *Site d'Environnement Canada*, [En ligne]. <http://www.ec.gc.ca/air/default.asp?lang=Fr&n=AA1521C2-1> (Page consultée le 7 mai 2011).
- Environnement Canada (2001). *État des effluents urbains au Canada*. Ottawa, 79 p.
- Faeth, S.H., Warren, P.S., Shochat, E. and Marussich, W.A. (2005). Trophic dynamics in urban communities. *Bioscience*, vol. 55, n° 5, p. 399-407.
- Fang, C.-. and Ling, D.-. (2003). Investigation of the noise reduction provided by tree belts. *Landscape and Urban Planning*, vol. 63, n° 4, p. 187-195.
- Fenger, J. (1999). Urban air quality. *Atmospheric Environment*, vol. 33, n° 29, p. 4877-4900.
- Grimm, N.B., Faeth, S.H., Golubiewski, N.E., Redman, C.L., Wu, J., Bai, X. and Briggs, J.M. (2008). Global change and the ecology of cities. *Science*, vol. 319, n° 5864, p. 756-760.
- Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (2007). Bilan 2007 des changements climatiques: Rapport de synthèse. *In* Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat. [En ligne]. http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar4/syr/ar4_syr_fr.pdf (Page consultée le 10 mai 2011).
- Halfwerk, W., Holleman, L.J.M., Lessells, C.M. and Slabbekoorn, H. (2011). Negative impact of traffic noise on avian reproductive success. *Journal of Applied Ecology*, vol. 48, n° 1, p. 210-219.

- Huang, S.-., Yeh, C.-. and Chang, L.-. (2010). The transition to an urbanizing world and the demand for natural resources. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, vol. 2, n° 3, p. 136-143.
- Hydro-Québec (2010). *Répertoire des arbres et arbustes ornementaux*. 4e édition, 687 p.
- Institut de la statistique du Québec (2011). 07 - L'Outaouais ainsi que ses municipalités régionales de comté (MRC) et territoire équivalent (TE). In Anonyme . *Site web de l'Institut de la statistique du Québec*, [En ligne].
http://www.stat.gouv.qc.ca/regions/profils/region_07/region_07_00.htm (Page consultée le 22 août 2011).
- Institut national de la santé publique du Québec (2009). Mesures de lutte aux îlots de chaleur urbains. In Institut national de santé publique du Québec. *Site de l'Institut national de santé publique*, [En ligne].
http://www.inspq.qc.ca/pdf/publications/988_MesuresIlotsChaleur.pdf (Page consultée le 7 mai 2011).
- Institut national de santé publique du Québec (2011). Îlots de chaleur urbains. In Institut national de santé publique. *Site de l'Institut national de santé publique*, [En ligne].
http://geoegl.msp.gouv.qc.ca/inspq_icu/?id=1a9d042201 (Page consultée le 22 août 2011).
- Jacobson, C.R. (2011). Identification and quantification of the hydrological impacts of imperviousness in urban catchments: A review. *Journal of environmental management*, vol. 92, n° 6, p. 1438-1448.
- Kuykendall, J.R., Shaw, S.L., Paustenbach, D., Fehling, K., Kacew, S. and Kabay, V. (2009). Chemicals present in automobile traffic tunnels and the possible community health hazards: A review of the literature. *Inhalation toxicology*, vol. 21, n° 9, p. 747-792.
- L'Agence de bassin versant des 7 (2010). Plan directeur de l'eau du bassin versant de la rivière Gatineau. In L'Agence de bassin versant des 7. *Site de L'Agence de bassin versant des 7*, [En ligne].
http://www.comga.org/administration/content/UserFiles/File/PDE/PDE_final.pdf (Page consultée le 23 août 2011).
- L'Encyclopédie canadienne (2011). Urban Effect on Climate. In L'Encyclopédie canadienne. *Site de l'Encyclopédie canadienne*, [En ligne].
<http://www.thecanadianencyclopedia.com/index.cfm?PgNm=TCE&Params=A1ARTA0008276#ArticleContents> (Page consultée le 7 mai 2011).
- Lessard, G. et Boulfroy, E. (2008). Les rôles de l'arbre en ville. In Centre d'enseignement et de recherche en foresterie de Sainte-Foy. [En ligne].
[http://www.cerfo.qc.ca/index.php?id=19&no_cache=1&tx_drblob_pi1\[downloadUId\]=183](http://www.cerfo.qc.ca/index.php?id=19&no_cache=1&tx_drblob_pi1[downloadUId]=183) (Page consultée le 11 juin 2011).
- Leung, D.Y.C., Tsui, J.K.Y., Chen, F., Wing-Kin, Y., Vrijmoed, L.L.P. and Chun-Ho, L. (2011). Effects of urban vegetation on urban air quality. *Landscape Research*, vol. 36, n° 2, p. 173-188.

- Ministère des Affaires municipales, des Régions et de l'Occupation du territoire (2010). Évaluation de performance des ouvrages municipaux d'assainissement des eaux pour l'année 2009. In Ministère des Affaires municipales, des Régions et de l'Occupation du territoire. *Site du Ministère des Affaires municipales, des Régions et de l'Occupation du territoire*, [En ligne].
http://www.mamrot.gouv.qc.ca/pub/infrastructures/suivi_ouvrages_assainissement_eaux/eval_perform_rapport_2009.pdf (Page consultée le 23 août 2011).
- Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs (2010). Statistiques annuelles de l'IQA: 2009. In Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs. *Site du Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs*, [En ligne].
http://www.iqa.mddep.gouv.qc.ca/contenu/grille_stat_jour.asp?annee=2009 (Page consultée le 23 août 2011).
- Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs (2000). Portrait régional de l'eau: Outaouais. In Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs. *Site du Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs*, [En ligne].
<http://www.mddep.gouv.qc.ca/eau/regions/region07/07-outaouais.htm> (Page consultée le 23 août 2011).
- Muzet, A. (2007). Environmental noise, sleep and health. *Sleep Medicine Reviews*, vol. 11, n° 2, p. 135-142.
- Nations Unies (1997). World Urbanization Prospects The 2007 Revision. In Nations Unies. *Site des Nations Unies*, [En ligne].
http://www.un.org/esa/population/publications/wup2007/2007WUP_Highlights_web.pdf (Page consultée le 11 juin 2011).
- Nations Unies (1992). Convention sur la diversité biologique. In Le Secrétariat de la Convention sur la diversité biologique. *Site des Nations Unies*, [En ligne].
<http://www.cbd.int/doc/legal/cbd-fr.pdf> (Page consultée le 7 mai 2011).
- Newham, M.J., Fellows, C.S. and Sheldon, F. (2011). Functions of riparian forest in urban catchments: A case study from sub-tropical Brisbane, Australia. *Urban Ecosystems*, vol. 14, n° 2, p. 165-180.
- Nilon, C.H. (2011). Urban biodiversity and the importance of management and conservation. *Landscape and Ecological Engineering*, vol. 7, n° 1, p. 45-52.
- Nowak, D.J., Crane, D.E. et Stevens, J.C. (2006). Air pollution removal by urban trees and shrubs in the United States. *Urban Forestry and Urban Greening*, vol. 4, n° 3-4, p. 115-123.
- Nowak, D.J., Crane, D.E., Stevens, J.C. and Ibarra, M. (2000). Brooklyn's Urban Forest. In USDA Forest Service. *Site du USDA Forest Service*, [En ligne].
http://www.fs.fed.us/ne/newtown_square/publications/technical_reports/pdfs/2002/gtr_ne290.pdf (Page consultée le 28 août 2011).
- Parrot, L. et Dignard, N. (2009). *Arbres, arbustes et arbrisseaux du Québec*. 9e édition, Québec, 103 p.

- Paul, M.J. and Meyer, J.L. (2001). Streams in the urban landscape. *Annual Review of Ecology and Systematics*, vol. 32, p. 333-365.
- Pickett, S.T.A., Cadenasso, M.L., Grove, J.M., Boone, C.G., Groffman, P.M., Irwin, E., Kaushal, S.S., Marshall, V., McGrath, B.P., Nilon, C.H., Pouyat, R.V., Szlavecz, K., Troy, A. and Warren, P. (2011). Urban ecological systems: Scientific foundations and a decade of progress. *Journal of environmental management*, vol. 92, n° 3, p. 331-362.
- Sæbø, A., Benedikz, T. and Randrup, T.B. (2003). Selection of trees for urban forestry in the Nordic countries. *Urban Forestry and Urban Greening*, vol. 2, n° 2, p. 101-114.
- Satterthwaite, D. (2008). Cities' contribution to global warming: Notes on the allocation of greenhouse gas emissions. *Environment and Urbanization*, vol. 20, n° 2, p. 539-549.
- Seto, K.C. and Satterthwaite, D. (2010). Interactions between urbanization and global environmental change. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, vol. 2, n° 3, p. 127-128.
- Seto, K.C. and Shepherd, J.M. (2009). Global urban land-use trends and climate impacts. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, vol. 1, n° 1, p. 89-95.
- Thériault, C. (2011). Fermeture de la voie d'urgence à Hull. In Cyberpresse. *Site du quotidien Le Droit*, [En ligne]. <http://www.cyberpresse.ca/le-droit/actualites/justice-et-faits-divers/201101/07/01-4357871-fermeture-de-la-voie-durgence-a-hull.php> (Page consultée le 24 août 2011).
- Tremblay, F. (4 août 2011). *Cartes de plantation*. Courrier électronique à Simon St-Pierre, adresse destinataire : simon.stpierre@gmail.com
- Turner, W.R., Nakamura, T. and Dinetti, M. (2004). Global urbanization and the separation of humans from nature. *Bioscience*, vol. 54, n° 6, p. 585-590.
- United States Environmental Protection Agency (2009). Reducing Urban Heat Islands: A Compendium of Strategies. In United States Environmental Protection Agency. [En ligne]. <http://www.epa.gov/heatisland/resources/compendium.htm> (Page consultée le 7 mai 2011).
- United States Environmental Protection Agency (2008). *Latest Findings on National Air Quality - Status and Trends through 2006*. Research Triangle Park, Caroline du Nord, 35 p.
- United States Department of Agriculture Forest Service (2011). i-Tree Applications. In i-Tree. *Site de i-Tree - Tools for Assessing and Managing Community Forests*, [En ligne]. <http://www.itreetools.org/applications.php> (Page consultée le 24 août 2011).
- Ville de Gatineau (2011a). Croissance urbaine et potentiel de développement résidentiel. In Ville de Gatineau. *Site de la ville de Gatineau*, [En ligne]. http://www.gatineau.ca/docs/guichet_municipal/urbanisme_habitation/revision_schema_aménagement_developpement/potentiel_developpement.pdf (Page consultée le 22 août 2011).

- Ville de Gatineau (2011b). Projet de plan de gestion des arbres et des boisés. *In* Ville de Gatineau. *Site de la Ville de Gatineau*, [En ligne].
http://www.gatineau.ca/docs/la_ville/participation_citoyenne/consultations_publicques/consultations_publicques_2011/projet_plan_gestion_arbres_boises/projet_plan_gestion_arbres_boises.fr-CA.pdf (Page consultée le 24 août 2011).
- Ville de Gatineau (2009a). Inventaire des arbres. *In* Ville de Gatineau. *Site de la ville de Gatineau*, [En ligne].
http://www.gatineau.ca/page.asp?p=guichet_municipal/services_en_ligne/inventaire_arbres (Page consultée le 12 septembre 2011).
- Ville de Gatineau (2009b). Le Plan stratégique 2009-2014 de la Ville de Gatineau. *In* Ville de Gatineau. *Site de la ville de Gatineau*, [En ligne].
http://www.gatineau.ca/docs/la_ville/administration_municipale/plan_strategique/plan_strategique_2009_2014.fr-CA.pdf (Page consultée le 22 août 2011).
- Ville de Gatineau (2007). *100 000 nouveaux arbres sur le territoire de Gatineau 2006-2009*. Gatineau, 112 p.
- Ville de Gatineau (2006). Communiqué: Coup d'envoi de la plantation de 100 000 arbres. *In* Ville de Gatineau. *Site de la Ville de Gatineau*, [En ligne].
http://www.gatineau.ca/upload/newsreleases/C-06-037.AFM_000.pdf (Page consultée le 23 août 2011).
- Ville de Gatineau (2004). *Caractérisation des boisés*. Gatineau, 52 p.
- Ville de Gatineau, Service de l'environnement (2010). *Bilan du programme 100 000 arbres*. Gatineau, 26 p.
- Ville de Saint-Jérôme (2010). Bassin de rétention du parc Schulz. *In* Ville de Saint-Jérôme. [En ligne]. <http://www.ville.saint-jerome.qc.ca/pages/aSavoir/bassin-de-retention-deau.aspx> (Page consultée le 11 juin 2011).
- Ville d'Ottawa (2011). Statistiques. *In* Ville d'Ottawa. *Statistiques*, [En ligne].
http://www.ottawa.ca/city_services/statistics/index_fr.shtml (Page consultée le 22 août 2011).
- Walsh, C.J., Roy, A.H., Feminella, J.W., Cottingham, P.D., Groffman, P.M. and Morgan II, R.P. (2005). The urban stream syndrome: Current knowledge and the search for a cure. *Journal of the North American Benthological Society*, vol. 24, n° 3, p. 706-723.
- Warren, P.S., Katti, M., Ermann, M. and Brazel, A. (2006). Urban bioacoustics: It's not just noise. *Animal Behaviour*, vol. 71, n° 3, p. 491-502.
- Williams, M.D. (2008). *Guide d'identification des arbres du Québec et de l'est de l'Amérique du Nord*, Saint-Constant, 406 p.

ANNEXE 1 : TABLEAU RÉCAPITULATIF

(modifié de Ville de Gatineau, Service de l'environnement, 2010, p.22)

Année	Nom du site ou activité	Secteur	Date	Petit calibre feuillu	Petit calibre résineux	Petit calibre arbuste	Moyen calibre arbuste	Moyen calibre feuillus	Moyen calibre résineux	Petit calibre pots	Total
2006	Défi Corporation Saint-Laurent	Aylmer	11-mai-06	0	0	0	0	82	81	0	163
2006	Lancement projet 100000 arbres	Aylmer	11-mai-06	54	54	0	0	0	0	0	108
2006	Projet en régie – Travaux publics Aylmer	Aylmer	oct-06	0	0	0	0	12	0	0	12
2006	Parc de soccer Jack-Eyamie (FCA)	Buckingham	04-oct-06	0	0	0	0	0	235	0	235
2006	Communautaire – Jean-Perrin	Gatineau	27-mai-06	0	0	0	0	137	138	0	275
2006	Communautaire – fête des Voisins	Gatineau	03-juin-06	0	0	0	0	12	0	0	12
2006	Projet en régie – Travaux publics Gatineau	Gatineau	oct-06	0	0	0	0	49	0	0	49
2006	Projet en régie – Travaux publics Hull	Hull	oct-06	0	0	0	0	33	0	0	33
2006	États généraux (CREDDO) Ville	Hull	05-oct-06	0	0	0	0	65	0	0	65
2006	Soulinegment contribution FCA (30 000 \$)	Hull	26-oct-06	0	0	0	0	1	0	0	1
2006	Parc de soccer Robitaille (FCA)	Masson-Angers	05-oct-06	0	0	0	0	0	235	0	235
2006	Journée de l'enfant	Multiple	07-mai-06	125	125	0	0	0	0	0	250
2006	Distribution Ville – MRNF	Multiple	16-mai-06	2860	2860	0	0	0	0	0	5720
2006	Distribution MRNF – Ville	Multiple	16-mai-06	1695	1695	0	0	0	0	0	3390
2006	Projet Ingénierie – Ville	Multiple	Mai à octobre 2006	0	0	0	0	203	203	0	406
2006	En ville sans ma voiture 2006	Multiple	22-sept-06	540	540	0	0	0	0	0	1080
2006	Donation centres de services	Multiple	25-sept-06	729	729	0	0	0	0	0	1458
2006	Permis de construction non répartis ex-Ville	Multiple	2006	0	0	0	0	1529	1529	0	3058

Année	Nom du site ou activité	Secteur	Date	Petit calibre feuillu	Petit calibre résineux	Petit calibre arbuste	Moyen calibre feuillu	Moyen calibre résineux	Petit calibre pots	Total
2007	Parc Jardins-Lavigne (Forêt Boucher)	Aylmer	22-sept-07	2476	1396	3308	0	0	0	7180
2007	Forêt Boucher	Aylmer	29-sept-07	2400	2036	3384	0	0	0	7820
2007	Parc du Landing	Buckingham	oct-07	180	0	0	0	0	0	180
2007	Parc Gendron	Buckingham	oct-07	45	0	0	0	0	0	45
2007	Projet Hormidas-Gamelin	Buckingham	juin-07	0	0	0	13	0	0	13
2007	COBALI	Buckingham	18-juin-07	0	1860	0	0	0	0	1860
2007	Lac Beauchamp	Gatineau	mai-07	7300	7300	21552	0	0	0	36 152
2007	Lac Beauchamp (Nord)	Gatineau	mai-07	500	500	3000	0	0	0	4000
2007	50 000 arbres	Gatineau	01-juin-07	0	0	0	2	0	0	2
2007	Ruisseau Desjardins	Gatineau	18-juin-07	0	4480	0	0	0	0	4480
2007	Atmec	Gatineau	18-juin-07	0	2160	0	0	0	0	2160
2007	Parc Sanscartier	Gatineau	27-sept-07	3821	180	0	0	0	0	4001
2007	La forêt au coeur	Gatineau	mai-07	540	460	0	0	0	0	1000
2007	Parc fluvial de la rivière Blanche	Gatineau	mai-07	700	380	0	0	0	0	1080
2007	Donation polyvalente Nicolas-Gatineau	Gatineau	juin-07	0	200	0	0	0	0	200
2007	Projet Petit Prince	Gatineau	juin-07	0	0	0	3	0	0	3
2007	Mon chez-nous	Gatineau	juil-07	0	0	0	2	216	0	218
2007	Camp de jour du centre communautaire Limbour	Gatineau	11-juil-07	40	0	0	0	0	0	40

Année	Nom du site ou activité	Secteur	Date	Petit calibre feuillu	Petit calibre résineux	Petit calibre arbuste	Moyen calibre arbuste	Moyen calibre feuillus	Moyen calibre résineux	Petit calibre pots	Total
2007	En ville sans ma voiture	Gatineau	22-sept-07	1151	0	0	0	0	0	0	1151
2007	Condos de ville (Madeleine Lemieux)	Gatineau	22-oct-07	0	0	0	0	4	0	0	4
2007	Bassin de rétention 3.1 (collecteur Paiement)	Gatineau	26-oct-07	0	0	0	0	0	100	0	100
2007	Écoles et projets divers	Hull	23-mai-07	0	400	0	0	0	0	0	400
2007	Autoroute 5 (phase I)	Hull	22-sept-07	0	120	0	0	0	0	0	120
2007	Corridor écologique Philémon-Wright	Hull	27-sept-07	0	2880	0	0	0	0	0	2880
2007	Parc du Plateau	Hull	27-sept-07	1125	0	0	0	0	0	0	1125
2007	100 Edmonton	Hull	nov-07	0	0	0	75	121	75	0	271
2007	Association des résidents de Hull (FCA)	Hull	mai-07	0	0	5	3	5	237	0	250
2007	Championnat des élagueurs du Québec (SIAQ)	Hull	mai-07	0	230	0	0	0	0	0	230
2007	Association des aînés (Robert Vadeboncoeur)	Hull	mai-07	0	100	0	0	0	0	0	100
2007	Grandir avec les arbres	Hull	juin-07	0	0	0	0	30	10	0	40
2007	Gamelin	Hull	oct-07	0	90	0	0	0	0	0	90
2007	Cégep de l'Outaouais	Hull	oct-07	0	225	0	0	0	0	0	225
2007	Paroisses diocèse de Gatineau-Hull	Hull	04-oct-07	0	0	0	0	0	1	0	1
2007	Cabane en bois rond	Hull	12-oct-07	20	30	100	0	0	1	0	151
2007	École Jean-de-Brébeuf	Hull	19-oct-07	0	0	0	60	0	0	0	60
2007	Projet de stabilisation des berges du ruisseau Leamy	Hull	22-oct-07	0	0	0	0	25	0	0	25

Année	Nom du site ou activité	Secteur	Date	Petit calibre feuillu	Petit calibre résineux	Petit calibre arbuste	Moyen calibre arbuste	Moyen calibre feuillu	Moyen calibre résineux	Petit calibre pots	Total
2007	Projet Village Normandie	Hull	06-nov-07	0	0	0	0	0	20	0	20
2007	Éco-foire	Masson- Angers	20-oct-07	0	135	0	0	0	0	0	135
2007	Mois de l'arbre et des forêts (MRNF)	Multiple	mai-07	3160	2600	0	0	0	0	0	5760
2007	Mois de l'arbre et des forêts (FCA)	Multiple	mai-07	0	713	0	0	0	0	0	713
2007	Mon arbre à moi	Multiple	mai-07	75	300	0	0	0	0	0	375
2007	Semaine de Gatineau	Multiple	10-juin-07	1000	0	0	0	0	0	0	1000
2007	Patrimoine Canada	Multiple	18-oct-07	93	200	0	0	0	0	0	293
2007	Plantation en régie par Travaux publics	Multiple	nov-07	0	0	0	0	98	10	0	108
2007	Parcs de la ville – Service d'ingénierie	Multiple	2007	0	0	0	0	205	295	0	500
2007	Permis de construction	Multiple -	2007 -	0	0	0	0	0	3660	0	3660
2008	Forêt Boucher (Alain Riel) mai 2008	Aylmer	mai-08	590	0	0	0	0	0	0	590
2008	Grande-Rivière (polyvalente Aylmer)	Aylmer	juin-08	0	500	0	0	0	0	0	500
2008	Alain Riel (école South Hull)	Aylmer	oct-08	0	0	0	0	4	1	0	5
2008	Ateliers municipaux Buckingham	Buckingham	nov-08	0	0	0	0	3	4	0	7
2008	Lac Beauchamp (scouts)	Gatineau	mai-08	1000	1000	0	0	0	0	0	2000
2008	Lac Beauchamp (Enviro-jam) MRNF	Gatineau	mai-08	240	100	0	0	0	0	0	340
2008	Gréber (cratère à neige)	Gatineau	juin-08	360	1485	0	0	0	0	0	1845
2008	Parc du Vallon	Gatineau	juin-08	2275	1500	0	0	0	0	0	3775

Année	Nom du site ou activité	Secteur	Date	Petit calibre feuillu	Petit calibre résineux	Petit calibre arbuste	Moyen calibre feuillus	Moyen calibre résineux	Petit calibre pots	Total
2008	Parc Henri-Dunant	Gatineau	juin-08	1000	1000	0	0	0	0	2000
2008	Usine de traitement des eaux usées	Gatineau	juin-08	2500	50	20	0	0	0	2580
2008	Les journées La forêt au coeur (MRNF)	Gatineau	mai-08	2200	1500	0	0	0	0	3700
2008	École George-Étienne-Cartier (MRNF)	Gatineau	mai-08	265	665	0	0	0	0	930
2008	Parc fluvial de la rivière Blanche	Gatineau	mai-08	400	250	0	0	0	0	650
2008	Bassin de rétention 4 (rue Lacombe)	Gatineau	mai-08	0	150	0	0	0	150	300
2008	Bassin de rétention 3.1 (collecteur Paiement)	Gatineau	mai-08	0	300	0	0	0	0	300
2008	Enviro-jam	Gatineau	mai-08	0	340	0	0	0	0	340
2008	Projet Scouts (Mme Cousineau)	Gatineau	mai-08	500	0	0	0	0	0	500
2008	Autoroute 5 (phase II)	Hull	mai-08	400	440	0	0	0	0	840
2008	Patrimoine Canada (400e Québec) MRNF – Ville	Hull	mai-08	500	500	0	0	0	0	1000
2008	École du Plateau	Hull	mai-08	0	0	0	8	0	0	8
2008	École du Plateau	Hull	juin-08	0	30	0	0	0	0	30
2008	Cabane en bois rond (jardin communautaire)	Hull	juin-08	0	0	0	15	10	0	25
2008	Parc du Gabbro (scouts – Martin Lagacé)	Hull	mai-08	0	200	0	0	0	0	200
2008	Cérémonie (Rendez-vous secondaire en spectacle)	Hull	juin-08	0	0	17	11	6	11	45
2008	Cour d'école Jean-de-Brébeuf	Hull	juin-08	0	0	0	0	0	75	75
2008	ARIH	Hull	juin-08	0	0	0	0	0	21	21

Année	Nom du site ou activité	Secteur	Date	Petit calibre feuillu	Petit calibre résineux	Petit calibre arbuste	Moyen calibre arbuste	Moyen calibre feuillu	Moyen calibre résineux	Petit calibre pots	Total
2008	100 000 arbres	Hull	juin-08	0	0	0	0	0	1	0	1
2008	Projets Ville – CCN	Hull	sept-08	0	0	0	0	50	35	0	85
2008	Ruisseau Moore (Association Résidences Taché)	Hull	2008	200	200	0	0	0	0	0	400
2008	OMH – EÉA	Hull	oct-09	0	0	0	0	71	30	0	101
2008	Donation diocèse de Hull	Hull	08-juin-08	0	0	0	0	0	1	0	1
2008	Parc des Quatre Vents (COMGA – MRNF)	Masson-Angers	mat-08	1000	0	0	0	0	0	0	1000
2008	Parc Gilles-Maisonnette (COMGA – MRNF)	Masson-Angers	mat-08	1500	0	0	0	0	0	0	1500
2008	Mois de l'arbre 2008 (Ville – MRNF)	Multiple	mai-08	1140	4345	0	0	0	0	0	5485
2008	Projet Mon arbre à moi (MRNF)	Multiple	mat-08	250	210	0	0	0	0	0	460
2008	Arbres des conseillers	Multiple	oct-08	25	0	0	0	100	45	0	170
2008	Semaine de Gatineau 2008	Multiple	juin-08	1000	1140	0	0	0	0	0	2140
2008	Anick Fortin (préscolaire)	Multiple	juin-08	35	75	0	0	0	0	0	110
2008	Alain Riel (fête des Voisins)	Multiple	juin-08	45	25	0	0	0	0	0	70
2008	En ville sans ma voiture	Multiple	22-sept-08	90	65	0	0	0	0	0	155
2008	Cégep de l'Outaouais (M. Dionne)	Multiple	19-sept-08	75	0	0	0	0	0	0	75
2008	Journée de la culture	Multiple	28-sept-08	500	500	0	0	0	0	0	1000
2008	Rendez-vous des saveurs	Multiple	sept-08	500	500	0	0	0	0	0	1000
2008	Don d'arbres (Mme Langlois) 2 \$/arbre	Multiple	Automne 2008	0	0	0	0	0	650	0	650

Année	Nom du site ou activité	Secteur	Date	Petit calibre feuillu	Petit calibre résineux	Petit calibre arbuste	Moyen calibre arbuste	Moyen calibre feuillus	Moyen calibre résineux	Petit calibre pots	Total
2008	ARQW Saint-Raymond	Multiple	nov-08	60	325	0	0	0	0	10	395
2008	Enviro Éduc-Action	Multiple	Automne 2008	0	0	0	0	0	150	0	150
2008	Enviro Éduc-Action (Chartro) Reverdir Gréber	Multiple	Automne 2008	0	0	0	0	0	150	0	150
2008	Plantation en régie par Travaux publics	Multiple	2008	0	0	0	0	98	78	0	176
2008	Parcs de la ville – Service d'ingénierie	Multiple	2008	0	0	0	0	205	295	0	500
2008	Permis de construction	Multiple	2008	0	0	0	0	3100	560	0	3660
2008	Projets écoles/FCA/Brigil Construction	Ville	juin-08	0	0	0	0	0	0	0	0
2008	Cégep de l'Outaouais	Ville	mai-08	250	250	0	0	0	0	0	500
2009	École Euclide-Lanthier	Aylmer	oct-09	0	0	0	0	7	5	0	12
2009	Forêt Boucher	Aylmer	Automne 2009	1200	500	0	0	0	0	0	1700
2009	Forêt Boucher	Aylmer	Été 2009	0	500	0	0	0	0	0	500
2009	Bassin de rétention Robert-Pilon + école South Hull	Aylmer	Automne 2009	0	0	0	0	0	70	0	70
2009	Lac Beauchamp	Gatineau	novembre 2009	1740	3800	0	0	0	0	0	5540
2009	Lac Beauchamp	Gatineau	novembre 2009	4660	3511	0	0	0	0	0	8171
2009	Lac Beauchamp	Gatineau	oct-09	3500	3500	0	0	0	0	0	7000
2009	Parc Du Barry (scouts) Martin Lailberté	Gatineau	mai-09	500	240	0	0	0	0	0	740
2009	Parc fluvial de la rivière Blanche (scouts)	Gatineau	mai-09	800	200	0	0	0	0	0	1000
2009	Marais de Touraine	Gatineau	oct-09	0	25	0	0	0	0	0	25

Année	Nom du site ou activité	Secteur	Date	Petit calibre feuillu	Petit calibre résineux	Petit calibre arbuste	Moyen calibre feuillu	Moyen calibre résineux	Petit calibre pots	Total
2009	Marais de Touraine	Gatineau	juin-09	0	0	0	3	0	0	3
2009	Polyvalente Le Carrefour no 2	Gatineau	22-avr-09	23	0	0	3	1	0	27
2009	Enviro Educ-Action	Gatineau	Automne 2009	0	0	50	0	0	50	100
2009	Citoyenne	Gatineau	Été 2009	0	2	0	0	0	0	2
2009	Association Hautes-Plaines (Clément Robitaille)	Hull	06-juin-09	0	250	0	0	0	0	250
2009	TD --Arbres Canada – CÉGEP	Hull	08-mai-09	0	0	0	0	0	20	20
2009	Cégep de l'Outaouais	Hull	Printemps 2009	0	100	0	0	0	0	100
2009	École Saint-Jean-de-Brébeuf	Masson-Angers	sept-09	0	0	0	13	0	0	13
2009	École secondaire Mont-Bleu no 2	Multiple	mai-09	0	400	0	0	0	0	400
2009	Polyvalente Le Carrefour no 1	Multiple	mai-09	0	300	0	0	0	0	300
2009	École Grande-Rivière Aylmer	Multiple	mai-09	860	140	0	0	0	0	1000
2009	Projet Mon arbre à moi (MRNF)	Multiple	mai-09	200	250	0	0	0	0	450
2009	Arbres des conseillers 2009	Multiple	Automne 2009	0	0	0	97	93	0	190
2009	CCN	Multiple	novembre 2009	112	0	0	0	0	0	112
2009	Fonds vert de la Ville	Multiple	Automne 2009	0	0	0	0	0	0	0
2009	Plantation en régie par Travaux publics	Multiple	Automne 2009	0	0	0	45	0	0	45
2009	Parcs de la ville – Service d'ingénierie	Multiple	Automne 2009	0	0	0	536	0	0	536
2009	Permis de construction	Multiple	Automne 2009	0	0	0	3000	500	0	3500

Année	Nom du site ou activité	Secteur	Date	Petit calibre feuillu	Petit calibre résineux	Petit calibre arbuste	Moyen calibre feuillu	Moyen calibre résineux	Moyen calibre pots	Total
2009	Donation par Madame Langlois	Multiple	Automne 2009	0	0	0	400	0	0	400
2009	École secondaire Mont-Bleu no 1	Multiple	mai-09	40	20	0	0	0	0	60
2009	Polyvalente Nicolas-Gatineau no 1	Multiple	mai-09	100	300	0	0	0	0	400
2009	Polyvalente Nicolas-Gatineau no 2	Multiple	avr-09	0	350	0	0	0	0	350
2009	Polyvalente Le Carrefour no 1	Multiple	oct-09	0	75	0	0	0	0	75
2009	Camps de jour verts	Multiple	Été 2009	0	120	0	0	0	0	120
2009	Événements	Multiple	Automne 2009	0	150	0	0	0	0	150
2009	Citoyen Dragos Stanescu		Été 2009	0	80	0	0	0	0	80
TOTAL				63 264	67 436	31 436	10 000	9731	337	182 752

ANNEXE 2 : CARTES DE SITES

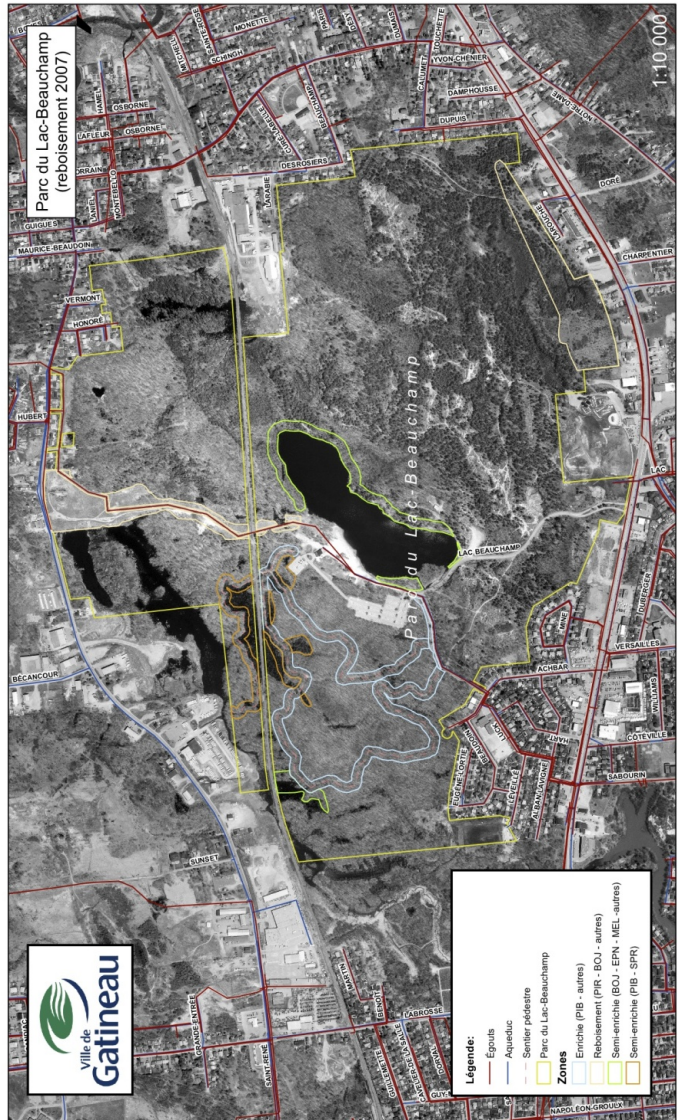


Figure : Site du parc du Lac-Beauchamp



Figure : Site du parc Gendron



Figure : Site du parc du Landing



Figure : site de l'autoroute 5 – phase I



Figure : Site du parc du Plateau



Figure : Site du parc Sanscartier



Figure : Site du corridor écologique Philémon-Wright

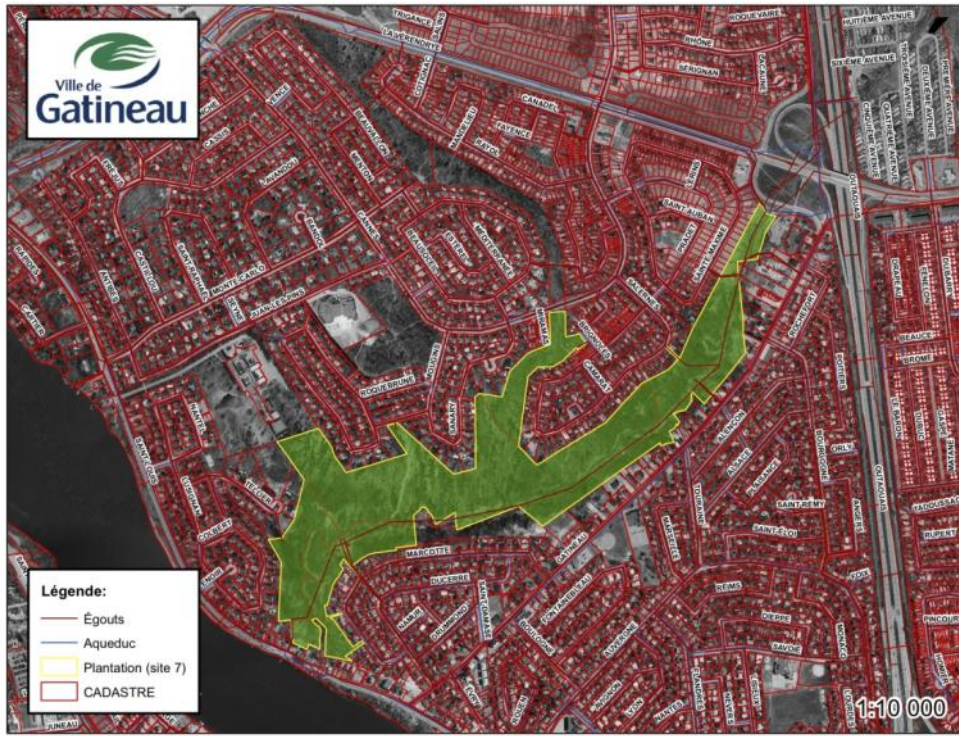


Figure : Site du ruisseau Desjardins

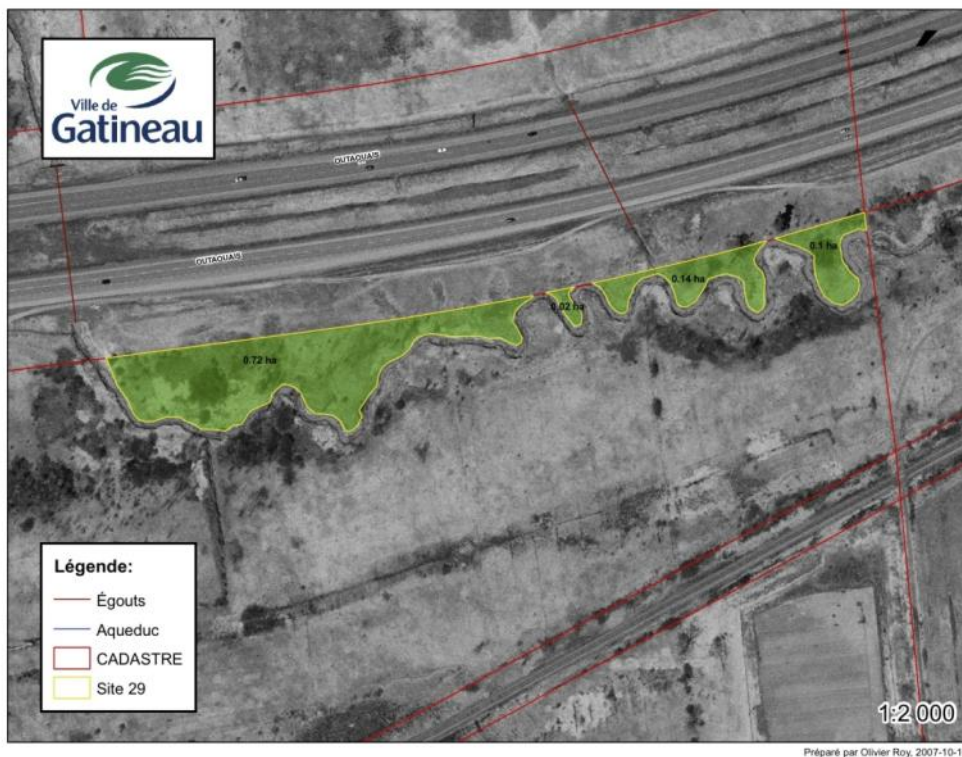


Figure : Site non identifié

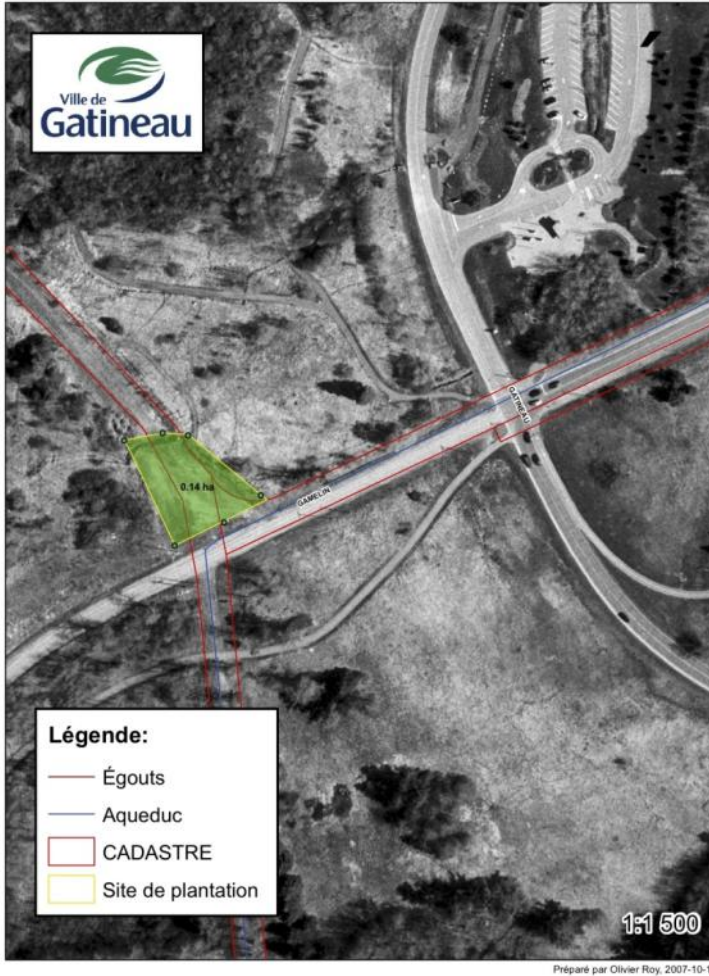


Figure : Site Gamelin

ANNEXE 3 : FICHES D'OBSERVATIONS

FICHE D'OBSERVATIONS DE VISITE DE SITE DE PLANTATION

Site : École du Plateau
 Nom : École du Plateau
 Secteur : Hull
 Situation : Parc d'école
 Topologie : Terrain de jeu avec légère pente
 Nombre d'arbres : (conifères)
 Plantés : ~~15~~ Vivants : 15 Morts : - Malades : - Endommagés : -
 Hauteur moyenne : 1,8 m Diamètre moyen : 5 cm

Visite : 20110811
 Date :
 Heure : 18h20 - 19h15
 Participants : P. Lacasse S. St-Pierre
 Responsable : S. St-Pierre

Services écologiques :

Régularisation du débit hydrique et d'amélioration de la qualité de l'eau :

ratio de surface imperméable du site; présence d'un plan d'eau; positionnement des arbres relatif au plan d'eau ou surface imperméable; essences (surface foliaire)

45% imper ; pas de plan d'eau ; en périphérie de surface imperméable (1m)
 conifère : surface foliaire élevée ; positionnement des arbres en légère pente
 permet de capter plus d'eau.

Amélioration de la qualité de l'air :

positionnement relatif à une source de pollution; essence (surface foliaire, émission de COV, potentiel allergisant, résistance à la pollution et diversité)

Entre rue et parc avec jeux. / terrain entouré d'une forêt, impact relatif minimisé

Biodiversité :

essences indigènes, exotiques et envahissantes (nombre et proportion de chaque famille, genre et espèce); proximité d'espaces naturels fragmentés

1 espèce ; proximité d'un boisé

Atténuation du bruit :

positionnement relatif à une source de bruit permanente et un lieu habité ou fréquenté; écran visuel; hauteur; longueur et largeur de la bande d'arbres

l'imité ; arbres dispersés en îlots ; pas de bande avec rue. Isoler bruit/cris des enfants qui jouent.

Atténuation du phénomène d'îlots de chaleurs urbains :

positionnement relatif aux habitation ou autres structures; albédo des surfaces ombragées; essences (arbre, arbuste, surface foliaire, hauteur et diamètre de la canopée)

création d'ombrage sur trottoirs asphaltés et rue.

Autres observations ou remarques :

- plusieurs feuillus ; beaucoup plus que 8 : impossible de déterminer lesquelles font partie du programme.

picea purg. (fat Allant)

Signature du responsable :



: H H H H H H H H H

FICHE D'OBSERVATIONS DE VISITE DE SITE DE PLANTATION

Site :
 Nom : Parc du Plateau
 Secteur : HULL
 Situation : Ruisseau urbain
 Topologie : Champ avec pente et cours d'eau
Visite :
 Date : 20/10/11
 Heure : 19h30 - 20h00
 Participants : B. Lacoste, S. St-Pierre
 Responsable : S. St-Pierre

Nombre d'arbres :
 Plantés : Vivants : Morts : Malades : Endommagés :
 Hauteur moyenne : ~ 1.5m Diamètre moyen : arbustes

Services écologiques :

Régularisation du débit hydrique et d'amélioration de la qualité de l'eau :

ratio de surface imperméable du site; présence d'un plan d'eau; positionnement des arbres relatif au plan d'eau ou surface imperméable; essences (surface foliaire)

~~stabilisation érosion~~ : arbres plantés pente abrupte: stabilisation
 arbres plantés sur la rive :

imperméabilité : ϕ

contrôle de l'érosion

Amélioration de la qualité de l'air :

positionnement relatif à une source de pollution; essence (surface foliaire, émission de COV, potentiel allergisant, résistance à la pollution et diversité)

minime: pour intégration; entre rue actuelle et secteur résidentiel

Biodiversité :

essences indigènes, exotiques et envahissantes (nombre et proportion de chaque famille, genre et espèce); proximité d'espaces naturels fragmentés

arbres à petits fruits / espèces indigènes à (nourriture) confirmer

vinaigriers semblent précéder plantation

Atténuation du bruit :

positionnement relatif à une source de bruit permanente et un lieu habité ou fréquenté; écran visuel; hauteur; longueur et largeur de la bande d'arbres

arbustes ds creux: ϕ

Atténuation du phénomène d'îlots de chaleurs urbains :

positionnement relatif aux habitations ou autres structures; albédo des surfaces ombragées; essences (arbre, arbuste, surface foliaire, hauteur et diamètre de la canopée)

évapotranspiration

Autres observations ou remarques :

Taux de survie probablement pas : arbres très hauts
 ~ 2 arbres / 10 m sur distance 50m / côté rive
 Champ laissé à l'abandon : les seuls arbres présents ont sur la rive
 Signature du responsable : Sinh

1125 petit feuilles

FICHE D'OBSERVATIONS DE VISITE DE SITE DE PLANTATION

Site :
 Nom : Parc du Grabbro
 Secteur : M11
 Situation : terrain plat
 Topologie : terrain de jeu bordé par autoroute et habitations

Visite :
 Date : 20/08/12
 Heure : 19h10 - 20h00
 Participants : S. Siffert
 Responsable : S. Siffert

Nombre d'arbres :
 Plantés : 200 Vivants : ~~72~~ Morts : Malades : Endommagés :
 Hauteur moyenne : 2.1 m - Diamètre moyen :

Services écologiques : 1.2 m

Régularisation du débit hydrique et d'amélioration de la qualité de l'eau :

ratio de surface imperméable du site; présence d'un plan d'eau; positionnement des arbres relatif au plan d'eau ou surface imperméable; essences (surface foliaire)

Ø surface imperméable ; captage de précipitation ; plusieurs arbres sur talus
 Ø plan d'eau

Amélioration de la qualité de l'air :

positionnement relatif à une source de pollution; essence (surface foliaire, émission de COV, potentiel allergisant, résistance à la pollution et diversité)

arbres entre maisons et autoroute ~ 100 m / collègues
 arbres dans un parc, à proximité d'un terrain de soccer

Biodiversité :

essences indigènes, exotiques et envahissantes (nombre et proportion de chaque famille, genre et espèce); proximité d'espaces naturels fragmentés

thuyas et épinettes du Colorado et

Atténuation du bruit :

positionnement relatif à une source de bruit permanente et un lieu habité ou fréquenté; écran visuel; hauteur, longueur et largeur de la bande d'arbres

À maturité former un écran (particulièrement les thuyas entre route et maisons)

Atténuation du phénomène d'îlots de chaleurs urbains :

positionnement relatif aux habitations ou autres structures; albédo des surfaces ombragées; essences (arbre, arbuste, surface foliaire, hauteur et diamètre de la canopée)

écran de transpiration
 Ø surfaces à albédo élevé

Autres observations ou remarques :

57 thuyas

~~15 épinettes~~

→ provient probable met d'une autre plantation.

Signature du responsable : 

FICHE D'OBSERVATIONS DE VISITE DE SITE DE PLANTATION

Site :
Nom : Autoroute 5 - phase 1
Secteur : Hull
Situation : emprise de l'autoroute
Topologie : terrain en pente

Visite :
Date : 2011/08/12
Heure : 20h15 - 20h45
Participants : S. St-Pierre
Responsable : S. St-Pierre

Nombre d'arbres :
Plantés : 200 Vivants : 0 Morts : 200 Malades : Endommagés :
Hauteur moyenne : Diamètre moyen :

Services écologiques :

Régularisation du débit hydrique et d'amélioration de la qualité de l'eau :

ratio de surface imperméable du site, présence d'un plan d'eau, positionnement des arbres relatif au plan d'eau ou surface imperméable, essences (surface foliaire)

∅

Amélioration de la qualité de l'air :

positionnement relatif à une source de pollution; essence (surface foliaire, émission de COV, potentiel allergisant, résistance à la pollution et diversité)

∅

Biodiversité :

essences indigènes, exotiques et envahissantes (nombre et proportion de chaque famille, genre et espèce); proximité d'espaces naturels fragmentés

∅

Atténuation du bruit :

positionnement relatif à une source de bruit permanente et un lieu habité ou fréquenté; écran visuel; hauteur, longueur et largeur de la bande d'arbres

∅

Atténuation du phénomène d'îlots de chaleurs urbains :

positionnement relatif aux habitations ou autres structures; albédo des surfaces ombragées; essences (arbre, arbuste, surface foliaire, hauteur et diamètre de la canopée)

∅

Autres observations ou remarques :

Signature du responsable :



FICHE D'OBSERVATIONS DE VISITE DE SITE DE PLANTATION

Site : Lac-Beauchamp - Secteur Nord Visite : 11h00
 Nom : Gauthier Date : Foto 00-12h00
 Secteur : Gauthier Heure : 2008/10/13
 Situation : Participants : P. Lacasse S. St-Pierre
 Topologie : Plat Responsable : S. St-Pierre

Nombre d'arbres :
 Plantés : Vivants : Morts : Malades : Endommagés :
 Hauteur moyenne : Diamètre moyen :

Services écologiques :

Régularisation du débit hydrique et d'amélioration de la qualité de l'eau :

ratio de surface imperméable du site; présence d'un plan d'eau; positionnement des arbres relatif au plan d'eau ou surface imperméable; essences (surface foliaire)

Terrain sablonneux; contribution à capturer le ruissellement des zones déboisées → lac (présence d'autres arbres).

Amélioration de la qualité de l'air :

positionnement relatif à une source de pollution; essence (surface foliaire, émission de COV, potentiel allergisant, résistance à la pollution et diversité)

Marginal: contribution ajoutée au boisé existant. pas de source de polluant proche.

Biodiversité :

essences indigènes, exotiques et envahissantes (nombre et proportion de chaque famille, genre et espèce); proximité d'espaces naturels fragmentés

oui : B re boisement d'endroit clair semé consolidé le parc existant.

Atténuation du bruit :

positionnement relatif à une source de bruit permanente et un lieu habité ou fréquenté; écran visuel; hauteur, longueur et largeur de la bande d'arbres

∅
pas de source de bruit.

Atténuation du phénomène d'îlots de chaleurs urbains :

positionnement relatif aux habitations ou autres structures; albédo des surfaces ombragées; essences (arbre, arbuste, surface foliaire, hauteur et diamètre de la canopée)

Evapo transpiration : Ajout au boisé existant

Autres observations ou remarques :

Végétation dense au sol, pousses difficile à identifier
 → Feuilles recassées: bonne vigueur générale

61 Feuilles
 55 arifères
 8 essences

Exclusion de 20 m à 15 m.

Signature du responsable : 

FICHE D'OBSERVATIONS DE VISITE DE SITE DE PLANTATION

Site : Parc du lac Beau champ
Nom : Sentier 0
Secteur : Grotte
Situation :
Topologie : aridité + marécage
Visite :
Date : 12 nov - 13h15
Heure : 2011/08/13
Participants : P. Lucas S. St Pierre
Responsable :

Nombre d'arbres :
Plantés : Vivants : Morts : Malades : Endommagés :
Hauteur moyenne : Diamètre moyen :

Services écologiques :

Régularisation du débit hydrique et d'amélioration de la qualité de l'eau :

ratio de surface imperméable du site; présence d'un plan d'eau; positionnement des arbres relatif au plan d'eau ou surface imperméable; essences (surface foliaire)

possibilité de stabilisation du sol.

Amélioration de la qualité de l'air :

positionnement relatif à une source de pollution; essence (surface foliaire, émission de COV, potentiel allergisant, résistance à la pollution et diversité)

rien à rapport.

Biodiversité :

essences indigènes, exotiques et envahissantes (nombre et proportion de chaque famille, genre et espèce); proximité d'espaces naturels fragmentés

Cosolidation des sentiers

Atténuation du bruit :

positionnement relatif à une source de bruit permanente et un lieu habité ou fréquenté; écran visuel; hauteur; longueur et largeur de la bande d'arbres

rien à rapporter

Atténuation du phénomène d'îlots de chaleurs urbains :

positionnement relatif aux habitations ou autres structures; albédo des surfaces ombragées; essences (arbre, arbuste, surface foliaire, hauteur et diamètre de la canopée)

rien à rapporter

Autres observations ou remarques :

Très difficile de différencier les plants de la végétation déjà en place. Exception faite des pins, il est donné que le boisé ne semble pas en contact.

Signature du responsable :



FICHE D'OBSERVATIONS DE VISITE DE SITE DE PLANTATION

Site : Parc du lac Beauchamp
Nom : Perimètre du lac
Secteur : Grot.
Situation : Berge (secteur)
Topologie : Pente variable vers lac
Visite :
Date : 2011/08/12
Heure : 13h30 - 13h50
Participants : B. Lacasse S. St-Pierre
Responsable : S. St-Pierre

Nombre d'arbres :
Plantés : Vivants : Morts : Malades : Endommagés :
Hauteur moyenne : Diamètre moyen :

Services écologiques :

Régularisation du débit hydrique et d'amélioration de la qualité de l'eau :

ratio de surface imperméable du site; présence d'un plan d'eau; positionnement des arbres relatif au plan d'eau ou surface imperméable; essences (surface foliaire)

Stabilisation des berges et escarpement:
prévention de l'érosion ~~et~~ en bordure du secteur et lac

Amélioration de la qualité de l'air :

positionnement relatif à une source de pollution; essence (surface foliaire, émission de COV, potentiel allergisant, résistance à la pollution et diversité)

Minime : ajout au boisé existant, mais pas de
sur cette pollution importante.

Biodiversité :

essences indigènes, exotiques et envahissantes (nombre et proportion de chaque famille, genre et espèce); proximité d'espaces naturels fragmentés

Cosolidation du secteur : protection des
zones hors secteur / végétation ripicole stabilisée

Atténuation du bruit :

positionnement relatif à une source de bruit permanente et un lieu habité ou fréquenté; écran visuel; hauteur; longueur et largeur de la bande d'arbres

voir explication pour air
pas de source de bruit important

Atténuation du phénomène d'îlots de chaleurs urbains :

positionnement relatif aux habitations ou autres structures; albédo des surfaces ombragées; essences (arbre, arbuste, surface foliaire, hauteur et diamètre de la canopée)

Ajout à un boisé existant, apport minime

Autres observations ou remarques :

mélèze, pin (blanc), chêne, petits arbres d'
feuilles.

Signature du responsable :



FICHE D'OBSERVATIONS DE VISITE DE SITE DE PLANTATION

Site : Parc Sacacartier
Visite : 20110812
Nom : Carim
Date : 14h15 - 15h30
Secteur : Champet borsé près de la Rivière
Heure : 14h15 - 15h30
Situation : Champet borsé près de la Rivière
Participants : B. Loiseau, S. St-Pierre
Topologie : plot de l'outillage
Responsable : S. St-Pierre

Nombre d'arbres :
 Plantés : 4001 Vivants : ??? Morts : Malades : Endommagés :
 Hauteur moyenne : Diamètre moyen :

Services écologiques :

Régularisation du débit hydrique et d'amélioration de la qualité de l'eau :

ratio de surface imperméable du site; présence d'un plan d'eau; positionnement des arbres relatif au plan d'eau ou surface imperméable; essences (surface foliaire)

Ø arbres → Rivière Carimau
 → milieux humides

Amélioration de la qualité de l'air :

positionnement relatif à une source de pollution; essence (surface foliaire, émission de COV, potentiel allergisant, résistance à la pollution et diversité)

Ø arbres aucune source de pollution importante, à part peut-être les bateaux de la marina

Biodiversité :

essences indigènes, exotiques et envahissantes (nombre et proportion de chaque famille, genre et espèce); proximité d'espaces naturels fragmentés

Ø arbres ≅ espèce plantés, indigènes, mais une envahissante

Atténuation du bruit :

positionnement relatif à une source de bruit permanente et un lieu habité ou fréquenté; écran visuel; hauteur; longueur et largeur de la bande d'arbres

Ø arbres Aucune source importante, sauf bateaux de la marina

Atténuation du phénomène d'îlots de chaleurs urbains :

positionnement relatif aux habitations ou autres structures; albédo des surfaces ombragées; essences (arbre, arbuste, surface foliaire, hauteur et diamètre de la canopée)

Ø arbres Grand stationnement à proximité du site, mais adjacents au site de plantation.

Autres observations ou remarques :

Signature du responsable :

FICHE D'OBSERVATIONS DE VISITE DE SITE DE PLANTATION

Site :
 Nom : Parc Gendron
 Secteur : Buckingham
 Situation : Parc + terrain de soccer avec dépôt à neige et terrain de golf à prox.
 Topologie :
Nombre d'arbres :
 Plantés : 45 Vivants : 40 Morts : 1 Malades : 2 Endommagés :
 Hauteur moyenne : 1,5 m Diamètre moyen : $\varnothing = 4,5 \text{ cm}$

Visite :
 Date : 2011/08/14
 Heure : 11h00 - 11h25
 Participants : H. Tadese / S. St-Pierre
 Responsable : S. St-Pierre

Services écologiques :

Régularisation du débit hydrique et d'amélioration de la qualité de l'eau :

ratio de surface imperméable du site; présence d'un plan d'eau; positionnement des arbres relatif au plan d'eau ou surface imperméable; essences (surface foliaire)

Stabilisation de la lisière : un fossé se trouve de l'autre côté

Amélioration de la qualité de l'air :

positionnement relatif à une source de pollution; essence (surface foliaire, émission de COV, potentiel allergisant, résistance à la pollution et diversité)

Marginal, puisque vient ~~de~~ consolider boisé. Dépôt à neige/atelier municipal peut être source de pollution.

Biodiversité :

essences indigènes, exotiques et envahissantes (nombre et proportion de chaque famille, genre et espèce); proximité d'espaces naturels fragmentés

voir espèces plantés. Plantation dans sous bois humide viendra, à terme défragmenter le boisé. (Lisière du Parc et autre boisé mitoyen au terrain de golf.

Atténuation du bruit :

positionnement relatif à une source de bruit permanente et un lieu habité ou fréquenté; écran visuel; hauteur; longueur et largeur de la bande d'arbres

Consolider lisière séparat atelier municipal et Parc. Ecran visuel complet, à quelques exceptions points

Atténuation du phénomène d'îlots de chaleurs urbains :

positionnement relatif aux habitation ou autres structures; albédo des surfaces ombragées; essences (arbre, arbuste, surface foliaire, hauteur et diamètre de la canopée)

Evapotranspiration.

Autres observations ou remarques :

peupliers ; chêne (quelques uns) ; peuplier faux tremble ; _____

→ Certain pins et épinette semblaient avoir ~ 4 ans.

→ Arbres plantés pour consolider lisière boisée

→ Autre secteur est un sous bois avec sol humide.

Signature du responsable :



→ identification lisière plus difficile (moins de caractères p/c à l'origine et l'âge du plant)

FICHE D'OBSERVATIONS DE VISITE DE SITE DE PLANTATION

Site :

Nom : Parc du Landing
 Secteur : Buckingham
 Situation : route rivière, parc (lisière) bordé
 Topologie : plat en Champagne

Visite :

Date : 2011/08/14
 Heure : 11h30-11h50
 Participants : H. Tademe / S. St Pierre
 Responsable : S. St Pierre

Nombre d'arbres :

Plantés : 180 Vivants : Morts : Malades : Endommagés :
 Hauteur moyenne : Diamètre moyen :

Services écologiques :

Régularisation du débit hydrique et d'amélioration de la qualité de l'eau :

ratio de surface imperméable du site; présence d'un plan d'eau; positionnement des arbres relatif au plan d'eau ou surface imperméable; essences (surface foliaire)

φ potentiel de consolidation bande riveraine

Amélioration de la qualité de l'air :

positionnement relatif à une source de pollution; essence (surface foliaire, émission de COV, potentiel allergisant, résistance à la pollution et diversité)

φ

Biodiversité :

essences indigènes, exotiques et envahissantes (nombre et proportion de chaque famille, genre et espèce); proximité d'espaces naturels fragmentés

φ

Atténuation du bruit :

positionnement relatif à une source de bruit permanente et un lieu habité ou fréquenté; écran visuel; hauteur; longueur et largeur de la bande d'arbres

φ

Atténuation du phénomène d'ilots de chaleurs urbains :

positionnement relatif aux habitation ou autres structures; albédo des surfaces ombragées; essences (arbre, arbuste, surface foliaire, hauteur et diamètre de la canopée)

φ

Autres observations ou remarques :

Lisières d'arbres de part et d'autre du parc. Une d'elle est une bande riveraine à 3-8m, clairsemé à quelques rares emplacements. Très difficile d'identifier des feuillures de 4 ans.

→ Plantation sur ce site ?

Signature du responsable :

[Signature]

FICHE D'OBSERVATIONS DE VISITE DE SITE DE PLANTATION

<p>Site : Nom : Parc de soccer Robitaille Secteur : Québec Situation : terrain de soccer + résidences Topologie : Pente avec terrain plat</p>		<p>Visite : Date : 2011/08/14 Heure : 10h15 - 10h45 Participants : M. Tadese S. St-Pierre Responsable : S. St-Pierre</p>	
<p>Nombre d'arbres : Plantés : 235 Vivants : 38 Morts : 7 Malades : Endommagés : Hauteur moyenne : 125cm Diamètre moyen : 4cm (périphérie)</p>			
<p>Services écologiques :</p> <p>Régularisation du débit hydrique et d'amélioration de la qualité de l'eau : ratio de surface imperméable du site; présence d'un plan d'eau; positionnement des arbres relatif au plan d'eau ou surface imperméable; essences (surface foliaire)</p> <p>Ø plan d'eau 5% imperméable (secteur pavé)</p> <ul style="list-style-type: none"> • arbres situés en pente, captation de l'écoulement du quartier résidentiel • captage des précipitations • stabilisateur du sol 			
<p>Amélioration de la qualité de l'air : positionnement relatif à une source de pollution; essence (surface foliaire, émission de COV, potentiel allergisant, résistance à la pollution et diversité)</p> <p>Pas de source de pollution imputable</p>			
<p>Biodiversité : essences indigènes, exotiques et envahissantes (nombre et proportion de chaque famille, genre et espèce); proximité d'espaces naturels fragmentés</p> <p>1 espèce indigène</p>			
<p>Atténuation du bruit : positionnement relatif à une source de bruit permanente et un lieu habité ou fréquenté; écran visuel; hauteur, longueur et largeur de la bande d'arbres</p> <p>Formation d'un écran entre terrain de soccer et résidences; écran visuel en distance.</p>			
<p>Atténuation du phénomène d'îlots de chaleurs urbains : positionnement relatif aux habitations ou autres structures; albédo des surfaces ombragées; essences (arbre, arbuste, surface foliaire, hauteur et diamètre de la canopée)</p> <p>évapotranspiration • piste pavée située au Sud, Sud des arbres, peu d'ombrage</p>			
<p>Autres observations ou remarques :</p> <p>- beau coup d'arbres plantés très près les uns des autres.</p>			

Signature du responsable : 

FICHE D'OBSERVATIONS DE VISITE DE SITE DE PLANTATION

Site :
 Nom : *Parc de Soccer Jack - Eyamic*
 Secteur : *Masson-Angers*
 Situation :
 Topologie : *plat / légère pente*
Nombre d'arbres :
 Plantés : *235* Vivants : *3* Morts : *1* Malades : Endommagés : *2*
 Hauteur moyenne : *1,2* Diamètre moyen : *15 cm*

Visite :
 Date : *2011/08/14*
 Heure : *12:10 - 2:30*
 Participants : *H. Tadese / S. St-Pierre*
 Responsable : *S. St-Pierre*

Services écologiques :

Régularisation du débit hydrique et d'amélioration de la qualité de l'eau :

ratio de surface imperméable du site; présence d'un plan d'eau; positionnement des arbres relatif au plan d'eau ou surface imperméable; essences (surface foliaire)

0 % imperméable

2 arbres plantés de légèr dénivelé / haie qui a stabilisé le sol et évite l'érosion

Amélioration de la qualité de l'air :

positionnement relatif à une source de pollution; essence (surface foliaire, émission de COV, potentiel allergisant, résistance à la pollution et diversité)

Aucune source de pollution

Biodiversité :

essences indigènes, exotiques et envahissantes (nombre et proportion de chaque famille, genre et espèce); proximité d'espaces naturels fragmentés

2 arbres de la même espèce (thuyas)

Atténuation du bruit :

positionnement relatif à une source de bruit permanente et un lieu habité ou fréquenté; écran visuel; hauteur; longueur et largeur de la bande d'arbres

potential de haie avait servie de créer un écran entre résidences et parc (cries enfants)

Atténuation du phénomène d'îlots de chaleurs urbains :

positionnement relatif aux habitations ou autres structures; albédo des surfaces ombragées; essences (arbre, arbuste, surface foliaire, hauteur et diamètre de la canopée)

évapotranspiration / ombrage négligeable et pas sur surface à albédo élevé.

Autres observations ou remarques :

Signature du responsable :



FICHE D'OBSERVATIONS DE VISITE DE SITE DE PLANTATION

Site :
 Nom : *Cramelin*
 Secteur : *W1*
 Situation : *Champ bordé d'une route d'origine*
 Topologie : *terrain plat*
Nombre d'arbres :
 Plantés : _____ Vivants : *7* Morts : *1* Malades : _____ Endommagés : _____
 Hauteur moyenne : _____ Diamètre moyen : _____

Visite :
 Date : *2011/08/17*
 Heure : *15h15-17h00*
 Participants : *S. St-Pierre*
 Responsable : *S. St-Pierre*

Services écologiques :

Régularisation du débit hydrique et d'amélioration de la qualité de l'eau :

ratio de surface imperméable du site; présence d'un plan d'eau; positionnement des arbres relatif au plan d'eau ou surface imperméable; essences (surface foliaire)

Terrain à 80% imperméable (seule les vestiges d'une route en pierre concassés. Fossés remplis champs et route d'accès pavée)

Amélioration de la qualité de l'air :

positionnement relatif à une source de pollution; essence (surface foliaire, émission de COV, potentiel allergisant, résistance à la pollution et diversité)

sol végétalisé, arbres au sol un impact mineur sur ruissellement
Route du parc de la gâtineau à proximité impact relatif des platanes très faible comparativement au boisé.

Biodiversité :

essences indigènes, exotiques et envahissantes (nombre et proportion de chaque famille, genre et espèce); proximité d'espaces naturels fragmentés

Max deux essences; platanes aurait potentiellement pu fragmenter le boisé; mais trop peu d'arbres ont survécu.

Atténuation du bruit :

positionnement relatif à une source de bruit permanente et un lieu habité ou fréquenté; écran visuel; hauteur; longueur et largeur de la bande d'arbres

Aucun écran plr à la route

Atténuation du phénomène d'îlots de chaleurs urbains :

positionnement relatif aux habitation ou autres structures; albédo des surfaces ombragées; essences (arbre, arbuste, surface foliaire, hauteur et diamètre de la canopée)

*Marginal en raison du faible nombre d'arbres
 Aucune structure à albédo élevé ombragé*

Autres observations ou remarques :

*épinette et sapin?
 quelques arbres identifiés d'un robin orange*

Signature du responsable : _____

FICHE D'OBSERVATIONS DE VISITE DE SITE DE PLANTATION

Site : École Saint Jean-de-Briécourt
Nom : Masson - Angers
Secteur : Cour de l'école
Situation : plat
Topologie : plat
Visite :
Date : 2011/08/24/SS
Heure : 12:55 - 14h55
Participants : H. Tadross / S. St-Pierre
Responsable : S. St-Pierre

Nombre d'arbres :
 Plantés : 3 Vivants : 13 Morts : Malades : Endommagés : → 2 potentiel
 Hauteur moyenne : 12-15' Diamètre moyen : 12 cm - d'étréfillement par
 v. ligne géométrique

Services écologiques :

Régularisation du débit hydrique et d'amélioration de la qualité de l'eau :

ratio de surface imperméable du site; présence d'un plan d'eau; positionnement des arbres relatif au plan d'eau ou surface imperméable; essences (surface foliaire)
 à 30% imper (cour pavée) - de pluie de interception des précip.
 aucune interruption qui irait vers surf. imper.
 arbres en retrait de la cour pris d'après de jeu entre cour et résidence
 aucun dimanche

Amélioration de la qualité de l'air :

positionnement relatif à une source de pollution; essence (surface foliaire, émission de COV, potentiel allergisant, résistance à la pollution et diversité)
 route acheminée à l'autre extrémité du parc;
 arbres ne font pas écran mais contribuent à qualité de l'air.

Biodiversité :

essences indigènes, exotiques et envahissantes (nombre et proportion de chaque famille, genre et espèce); proximité d'espaces naturels fragmentés

2 espèces indigènes ou exotiques à confirmer.

Atténuation du bruit :

positionnement relatif à une source de bruit permanente et un lieu habité ou fréquenté; écran visuel; hauteur; longueur et largeur de la bande d'arbres

Arbres ne forment pas d'écran, mais situés entre cour (enfants bruyants) et résidences. contribution mineure au long terme

Atténuation du phénomène d'îlots de chaleurs urbains :

positionnement relatif aux habitation ou autres structures; albédo des surfaces ombragées; essences (arbre, arbuste, surface foliaire, hauteur et diamètre de la canopée)

Procure pas de l'ombrage aux enfants jouant dans les balançoires ou directement sous les arbres.
 → ne constitue pas de surface à albédo élevé sauf par le sable.

Autres observations ou remarques :

2 usages 4 usages
 9 usages
 → Deux tuteurs/arbre

Signature du responsable