

CAPITAL NATUREL

LA VALEUR ÉCONOMIQUE DE LA TRAME VERTE DE LA COMMISSION DE LA CAPITALE NATIONALE



COMMISSION DE LA CAPITALE NATIONALE
NATIONAL CAPITAL COMMISSION



Fondation
David
Suzuki

CAPITAL NATUREL

LA VALEUR ÉCONOMIQUE DE LA TRAME VERTE DE LA COMMISSION DE LA CAPITALE NATIONALE

Décembre 2016

Jérôme Dupras*, Chloé L'Ecuyer-Sauvageau*, Jeffrey Auclair*, Jie He**, Thomas Poder**

*Laboratoire d'économie écologique, Université du Québec en Outaouais (dupraslab.weebly.com)

** Département d'économique, Université de Sherbrooke

Le contenu de cette étude est la responsabilité de ses auteurs

Photos: Commission de la capitale nationale (sauf lorsque noté)

Photos de couverture : CCN, Epantha/iStock (papillon) et Nathan Hobbs/iStock (ourson)

Infographie : Nadene Rehnby et Pete Tuepah, handsonpublications.com

ISBN: 978-0-9949543-6-7

Available in English at : davidssuzuki.org/publications/
and ncc-ccn.gc.ca/about-ncc/reports-publications

Contact : Catherine Verreault Gestionnaire principal, Ressources naturelles et
gestion des terrains, parc de la Gatineau, Commission de la capitale nationale



COMMISSION DE LA CAPITALE NATIONALE
NATIONAL CAPITAL COMMISSION

40, rue Elgin, pièce 202, Ottawa, Ontario, K1P 1C7

Téléphone : 613-239-5000 or 1-800-465-1867

Courriel : info@ncc-ccn.ca

ccn-ncc.gc.ca/



Fondation
David
Suzuki

Bureau de Montréal

540 – 50, rue Sainte-Catherine Ouest, Montréal Québec, H2X 3V4

Téléphone : 514-871-4932 Courriel : contact@davidssuzuki.org

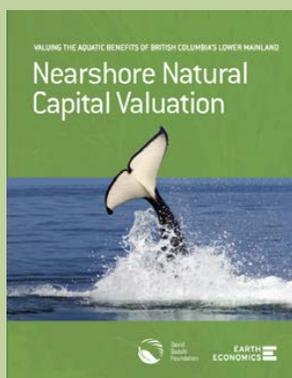
davidssuzuki.org/fr/



Table des matières

SOMMAIRE EXÉCUTIF	5
SECTION 1 : INTRODUCTION	7
Qu'est-ce que le capital naturel?.....	7
SECTION 2 : LA TRAME VERTE DE LA COMMISSION DE LA CAPITALE NATIONALE	10
2.1 Le portrait de la région de la capitale nationale.....	10
2.2 Le parc de la Gatineau	11
2.3 La Ceinture de verdure	12
2.4 Terrains urbains.....	13
SECTION 3 : L'ÉVALUATION ÉCONOMIQUE DES SERVICES ÉCOSYSTÉMIQUES	14
3.1 Perspectives historiques et conceptuelles.....	14
3.2 Outils et méthodes d'évaluation économique.....	16
3.3 Exemples d'évaluation économique des SE appliquée aux infrastructures naturelles au Canada.....	17
3.4 L'évaluation économique des services écosystémiques et la prise de décision.....	18
SECTION 4 : MÉTHODOLOGIE	19
4.1 Identification spatiale du territoire à l'étude	19
4.2 Classification et cartographie de l'usage des sols	20
4.3 Évaluation économique des services écosystémiques	22
SECTION 5 : RÉSULTATS	25
5.1 Analyse spatiale	25
5.2 Évaluation économique des services écosystémiques	27
5.3 Forêts et boisés.....	28
5.4 Milieux humides	33
5.5 Milieux agricoles.....	37
5.6 Prairies et pâturages	40
5.7 Milieux aquatiques	42
5.8 Valeur économique totale.....	44
CONCLUSION	47
RÉFÉRENCES	48

Téléchargez d'autres publications dans cette série à davidsuzuki.org/fr/publications



Liste d'acronymes

AAC	Agriculture et Agro-alimentaire Canada
CCN	Commission de la capitale nationale
CICES	Common International Classification of Ecosystem Goods and Services
CO2	Dioxyde de carbone
CRAAQ	Centre de référence en agriculture et agroalimentaire du Québec
CSC	Coût social du carbone
ECCC	Environnement et Changement climatique Canada
EVRI	Environmental Valuation Reference Inventory
FADQ	Financière agricole du Québec
GIS	Geographic Information System (voir SIG)
MDDELCC	Ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques
MEA	Millenium Ecosystem Assessment
OMAFRA	Ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation et des Affaires rurales de l'Ontario (Ontario Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs)
PIB	Produit intérieur brut
PPP	Parité de pouvoir d'achat
RCN	Région de la capitale nationale
SE	Services écosystémiques
SIG	Système d'information géographique
TEEB	The Economics of Ecosystems and Biodiversity
TVCCN	Trame verte de la Commission de la capitale nationale

Sommaire exécutif

LA RÉGION DE LA CAPITALE NATIONALE est riche de parcs, de milieux naturels et de terres agricoles. Parmi ceux-ci, les emblématiques Ceinture de verdure et parc de la Gatineau sont reconnus à l'échelle nationale. Chargée de l'intendance de ce patrimoine naturel remarquable, la Commission de la capitale nationale (CCN) protège et conserve plus de 55 000 hectares de terres fédérales dans la région de la capitale nationale.

La majeure partie des terres sous la responsabilité de la CCN regroupe des espaces verts, dont la plupart sont à l'état naturel, et sont composées de forêts, de milieux humides et d'eau douce, de même que de terres agricoles et de parcs urbains.

Pendant des millénaires, cette région a été définie par ses rivières et son histoire moderne fut modelée par l'attitude résolue des bâtisseurs de l'icône qu'est le canal Rideau. De nos jours, la CCN possède, entretient et développe lorsqu'approprié une large part des berges historiques de la capitale, soit 35 kilomètres le long de la rivière des Outaouais, 16 kilomètres le long de la rivière Rideau, 4 kilomètres le long de la rivière Gatineau, de même que 20 kilomètres le long du canal Rideau.

Dans cette étude, nous appelons ce réseau de milieux naturels et semi-naturels la Trame verte de la CCN.

Tous reconnaissent l'importance de ces milieux naturels et agricoles pour la qualité de vie des résidents de la capitale, mais ce n'est qu'une partie de leur valeur. Cette étude reflète la vitalité économique globale du capital naturel la Trame verte de la CCN.

Ainsi, la Trame verte de la CCN fournit des produits tangibles, tels que le bois et les produits agricoles, mais produit également un nombre important de « services écosystémiques », des bénéfiques qui ne sont pour la plupart pas cotés sur des marchés économiques, tels que :

- le contrôle de la qualité de l'air;
- la filtration de l'eau;
- la régulation du climat;
- le stockage du carbone;
- l'habitat favorisant la biodiversité;
- la prévention des inondations;
- le contrôle de l'érosion.



Tous reconnaissent l'importance de ces milieux naturels et agricoles pour la qualité de vie des résidents de la capitale, mais ce n'est qu'une partie de leur valeur. Cette étude reflète la vitalité économique globale du capital naturel la Trame verte de la CCN.

PHOTO DU HAUT : CCN

PHOTO DU BAS : NATHAN HOBBS/ISTOCK



La valeur monétaire moyenne de ces écosystèmes et des services qu'ils rendent a notamment été estimée à partir de 78 études scientifiques publiées entre 1990 et 2016.

Plusieurs méthodes bien établies permettent de calculer la valeur économique de ces services écosystémiques. Dans le cadre de cette étude, trois de ces méthodes sont utilisées pour estimer la valeur économique totale de 13 services écosystémiques rendus par la Trame verte de la CCN. Des études de ce type ont été menées dans d'autres grands centres urbains au Canada, incluant la Ceinture de verdure de l'Ontario, la Ceinture verte de Montréal, le parc national urbain Rouge et la grande région de Vancouver.

Une analyse du territoire de la CCN identifie cinq principaux types d'utilisation des sols :

- les forêts (72%);
- les terres agricoles (10%);
- le bâti urbain (8%);
- les milieux humides (5%);
- les milieux aquatiques (5%).

La valeur monétaire moyenne de ces écosystèmes et des services qu'ils rendent a notamment été estimée à partir de 78 études scientifiques publiées entre 1990 et 2016. Les milieux humides présentent la plus haute valeur (59 394 \$/ha/an), en raison de la diversité et de l'importance des services écosystémiques qu'ils fournissent, de même que leur rareté relative.

Les autres écosystèmes ont été évalués, sur le plan de la valeur des services écosystémiques, à:

- Forêts urbaines – 9 352 \$/ha/an
- Forêts rurales – 4 183 \$/ha/an
- Prairies et pâturages – 3 338 \$/ha/an
- Milieux agricoles – 1 363 \$/ha/an
- Milieux aquatiques – 137 \$/ha/an

Au total, la valeur économique de tous les milieux naturels et cultivés de la Trame verte de la CCN a une valeur moyenne de 332 millions de dollars par an — allant d'une valeur minimale de 188 millions à une valeur maximale de 829 millions de dollars par an. En prenant en considération la valeur actualisée des services écosystémiques d'année en année sur une période de 20 ans, la valeur estimée des services fournis par les terres de la CCN s'élève à 5 milliards de dollars. La plus grande partie de cette valeur découle des services écosystémiques non marchands tels que les habitats pour la faune, le traitement des polluants, la prévention d'événements extrêmes et la régulation du climat global, via la séquestration du carbone.

La valeur des services écosystémiques que ces terres sous l'intendance de la CCN fournissent à la région de la capitale nationale, et au pays entier, est inestimable. Le territoire de cette étude est un territoire ancestral de la nation algonquine.

Introduction

Qu'est-ce que le capital naturel?

Le capital naturel se définit par l'ensemble des réserves de ressources naturelles et des écosystèmes qui fournissent une grande variété de services écosystémiques (SE) (Wilson 2010; Statistiques Canada 2015). Au Canada, notre vaste territoire composé de forêts, de milieux humides, de prairies, de pâturages, de lacs et de rivières fournit des biens matériels et des SE qui sont nécessaires aux activités économiques et au bien-être des communautés.

Les écosystèmes fournissent des SE qui sont d'importance autant au niveau local que global. Ces services incluent la capture et la filtration de l'eau, la régulation du climat par le biais du stockage et de la séquestration du carbone par les arbres, les plantes et le sol, et l'amélioration de la qualité de l'air générée par l'absorption des polluants par les arbres. Bien que les SE soient essentiels à la qualité de vie des communautés, puisque nous ne payons pas directement pour avoir accès à une majorité de ces SE, leur valeur réelle n'est pas prise en compte dans l'économie de marché. La valeur du capital naturel à l'échelle mondiale est estimée à plusieurs milliers de milliards de dollars par an en contribution aux économies de marché et aux économies non marchandes (Costanza et coll. 2014). En dépit du consensus concernant l'importance de l'environnement pour l'être humain, la mesure du capital naturel n'est pas incluse dans les indicateurs économiques importants tel que le Produit intérieur brut (PIB) et elle n'est généralement pas incluse dans les processus d'aménagement du territoire.



Au Canada, notre vaste territoire composé de forêts, de milieux humides, de prairies, de pâturages, de lacs et de rivières fournit des biens matériels et des SE qui sont nécessaires aux activités économiques et au bien-être des communautés.

LES BIENS ET SERVICES ÉCOSYSTÉMIQUES

Les services écosystémiques (SE) sont les fonctions et processus directs et indirects des écosystèmes dont les individus et la société profitent, tant au niveau économique, environnemental que social (Breuste et coll. 2013). Il s'agit d'une nouvelle manière de considérer les écosystèmes et les habitats naturels, soit en les décomposant en une série d'attributs et de facteurs de bien-être qui sont nécessaires à la vie humaine (Boyd and Banzhaf, 2006) (voir l'encadré 1).

L'IMPORTANCE DE REPRÉSENTER LA VALEUR ÉCONOMIQUE DES SERVICES ÉCOSYSTÉMIQUES

Puisque les villes sont de façon générale consommatrices nettes de SE, les écosystèmes périurbains, ruraux et en milieux éloignés, incluant les Ceintures de verdure, contribuent significativement à la satisfaction des besoins quotidiens des habitants des villes.

La dégradation et la destruction de milieux naturels et d'écosystèmes sont des problèmes majeurs à l'échelle internationale. L'évaluation des écosystèmes pour le millénaire avançait en 2005 que 60% des SE à l'échelle mondiale sont surexploités ou dégradés, notamment dans les milieux urbains et les villes où vit une majorité de la population mondiale (Breuste et coll. 2015). Outre la conservation de milieux naturels, la restauration de ceux-ci peut s'avérer une stratégie efficace pour augmenter la production de SE. En milieux urbains, les espaces verts (p. ex. forêts, parcs, lotissements et cimetières) fournissent d'importants SE à différentes échelles dans le paysage urbain, que ce soit la possibilité de pratiquer des activités récréatives, la lutte aux îlots de chaleur, un support pour la biodiversité et le contrôle des gaz à effet de serre (Breuste et coll. 2013; Gomez-Baggetun et Barton, 2013; Gomez-Baggetun et coll. 2013).

Ces SE urbains ont longtemps été négligés dans les processus de prise de décision relative à l'aménagement du territoire et à la gestion des ressources naturelles, principalement en raison d'un manque de connaissances fondamentales à leur sujet et des défis

L'ÉVALUATION DES ÉCOSYSTÈMES POUR LE MILLÉNAIRE (MILLENIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT — MEA) est une initiative onusienne démarrée en 2000 et dont les résultats ont été publiés en 2005. L'objectif de ce grand chantier scientifique réunissant 1360 scientifiques de 95 pays était d'analyser la dépendance des êtres humains à la nature et d'observer les tendances dans l'évolution du capital naturel.

Pour ce faire, le MEA a proposé une grille d'analyse basée sur les bénéfices que fournissent la biodiversité et les écosystèmes aux êtres humains. Le MEA regroupe les SE en quatre classes :

1. **SERVICES D'APPROVISIONNEMENT** : services de consommation directe des ressources naturelles tels que les aliments, la matière ligneuse, les produits forestiers non ligneux, l'eau douce, les ressources médicinales.
2. **SERVICES DE RÉGULATION** : services qui incluent les processus issus de l'interaction entre le vivant et le non-vivant et qui offrent un milieu de vie propice à l'être humain, tels que la régulation du climat local et global, la régulation de la qualité de l'air, l'atténuation des événements extrêmes comme les inondations et sécheresses, le traitement des eaux usées, la prévention de l'érosion et la pollinisation.
3. **SERVICES CULTURELS** : services qui fournissent des valeurs immatérielles et que les humains s'approprient, tels que les activités récréatives et le tourisme, la santé physique et mentale, l'appréciation esthétique, l'inspiration culturelle et artistique, et l'expérience spirituelle.
4. **SERVICES DE SUPPORT** : services qui soutiennent les mécanismes fonctionnels des écosystèmes comme les habitats favorisant la biodiversité, le maintien de la diversité génétique, la production de biomasse et le cycle des nutriments.

Selon les conclusions du rapport du MEA, depuis le milieu du 20^e siècle, notre utilisation des ressources naturelles n'est pas durable. À ce titre, 15 des 24 SE étudiés sont surexploités ou dégradés, parmi ceux-ci l'approvisionnement en eau douce, la pêche, la purification de l'air et de l'eau, la régulation du climat local et global, et la régulation des espèces envahissantes.



liés à leur inclusion dans les processus de prise de décisions (Sandhu et Wratten, 2013). Puisque les villes sont de façon générale consommatrices nettes de SE, les écosystèmes périurbains, ruraux et en milieux éloignés, incluant les Ceintures de verdure, contribuent significativement à la satisfaction des besoins quotidiens des habitants des villes (MEA, 2005; Sandhu et Wratten, 2013).

Nous pouvons expliquer la tendance générale de la dégradation des SE en partie par le fait que la grande majorité du capital naturel et de ces SE n'a pas de valeur économique marchande, ce qui complique leur intégration dans le système économique, dans les outils de prise de décision et de design de politiques (TEEB, 2010; Bateman et coll. 2011). Ce manque de considération est reflété notamment par l'adoption de mesures d'incitation, des politiques et des programmes qui ne prennent pas en compte la valeur réelle du capital naturel. L'analyse économique des SE vise à confronter ce problème en démontrant quelle est la contribution réelle du capital naturel au bien-être des communautés.

L'objectif principal de cette étude est de mesurer la valeur marchande et non marchande des SE fournis par les terrains gérés par la Commission de la capitale nationale (CCN) dans la région de la capitale nationale. La CCN est responsable de la gestion du parc de la Gatineau, de la Ceinture de verdure et de plusieurs autres espaces verts répartis dans la région que l'on nomme les terrains urbains. Cette étude, propose de regrouper l'ensemble de ces sites sous le nom de Trame verte de la Commission de la capitale nationale et d'évaluer cette Trame verte du point de vue des SE et des bénéfices que les collectivités reçoivent de la nature.

L'objectif principal de cette étude est de mesurer la valeur marchande et non marchande des SE fournis par les terrains gérés par la Commission de la capitale nationale (CCN) dans la région de la capitale nationale. La CCN est responsable de la gestion du parc de la Gatineau, de la Ceinture de verdure et de plusieurs autres espaces verts répartis dans la région que l'on nomme les terrains urbains.

PHOTO : KEN CANNING/ISTOCK

La Trame verte de la Commission de la capitale nationale

Avec un mandat qui a débuté il y a plus d'un siècle, la CCN est responsable de préparer et mettre œuvre des plans de développement, de conservation et de mise en valeur des terres fédérales de la région de la capitale nationale.

LA COMMISSION DE LA CAPITALE NATIONALE (CCN) a le mandat de contribuer à bâtir une capitale dynamique, durable et inspirante, qui soit une source de fierté pour tous les Canadiens et un héritage pour les générations futures. Avec un mandat qui a débuté il y a plus d'un siècle, la CCN est responsable de préparer et mettre œuvre des plans de développement, de conservation et de mise en valeur des terres fédérales de la région de la capitale nationale (RCN). Elle s'acquitte de ce rôle à travers les activités suivantes :

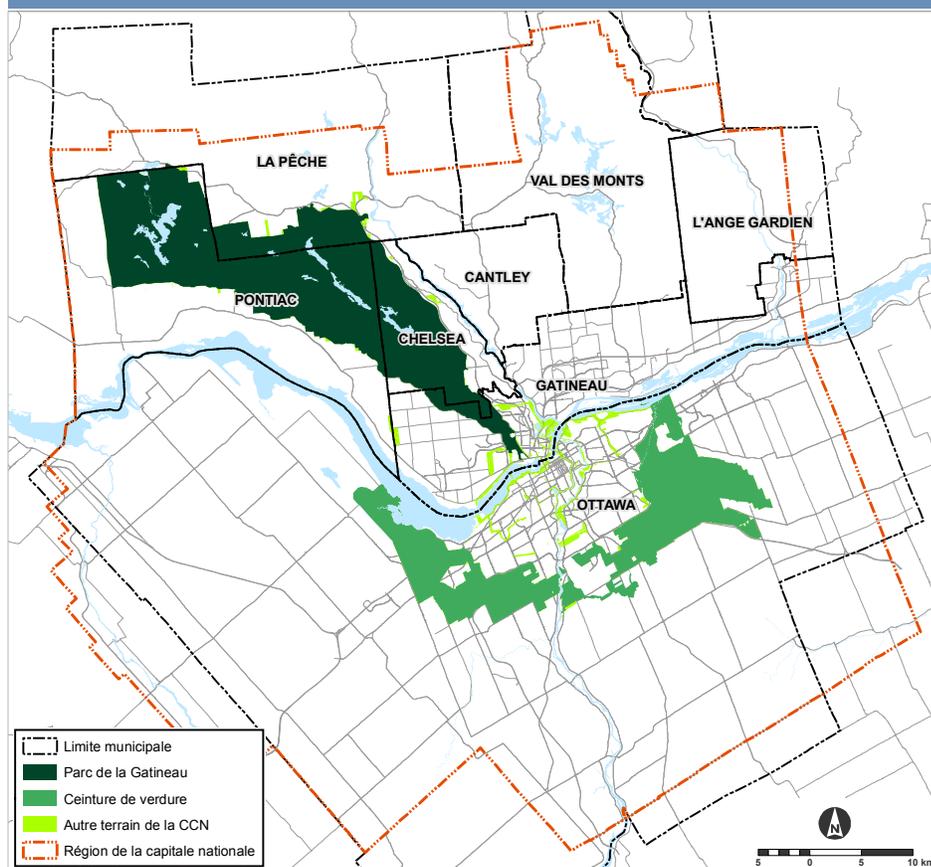
- établir les plans d'aménagement des terres fédérales de la RCN à long terme;
- guider et contrôler l'utilisation et le développement des terres fédérales dans la RCN;
- gérer, conserver et protéger les actifs de la CCN (incluant le parc de la Gatineau, la Ceinture de verdure, les terrains urbains, les biens immobiliers et d'autres actifs tels que des ponts, des sentiers et des promenades);
- préserver les sites patrimoniaux de la RCN, tels que les résidences officielles et les sites commémoratifs.

La CCN possède plus de 10% des terres dans la RCN, soit 473 km², et 20% dans le cœur de la Capitale. La CCN est donc le plus grand propriétaire foncier dans la région. Le parc de la Gatineau, la Ceinture de verdure et plusieurs espaces verts, appelés « terrains urbains », forment la Trame verte de la Commission de la capitale nationale (TVCCN) (figure 1).

2.1 Le portrait de la région de la capitale nationale

La RCN se trouve au confluent des trois rivières : la rivière des Outaouais, la rivière Gatineau et la rivière Rideau. La région comprend les villes d'Ottawa et de Gatineau, de même que Cantley, Chelsea, Clarence-Rockland, Denholm, L'Ange-Gardien, La Pêche, Mayo, Notre-Dame-de-la-Salette, Pontiac, Russel, Val-des-Bois et Val-des-Monts. Selon les données du recensement de 2011, la région métropolitaine d'Ottawa-Gatineau abrite 1 236 324 personnes, couvre un territoire de 6 287,03 km² et a une densité de population de 196,6 personnes par km² [Statistiques Canada, 2012].

FIGURE 1. TRAME VERTE DE LA COMMISSION DE LA CAPITALE NATIONALE



2.2 Le parc de la Gatineau

Le parc de la Gatineau, situé à la frontière entre le Bouclier canadien et les Basses terres du Saint-Laurent, là où la rivière des Outaouais rencontre la rivière Gatineau, contient plusieurs écosystèmes et caractéristiques patrimoniales uniques. Il couvre une superficie de 36 161 hectares (361 km²) et représente 7,7% de la surface totale de la RCN.

Situé à quinze minutes de la colline du Parlement, le Parc est une destination touristique de choix, tant pour les visiteurs que les résidents, avec plus de 2,7 millions de visites chaque année. Des activités telles que la randonnée pédestre, le camping, la baignade, le ski et le vélo sont très prisées.

Plusieurs paysages culturels et patrimoniaux rendent le parc de la Gatineau significatif. Le domaine Mackenzie King, situé au cœur du Parc, rend hommage au 10^e premier ministre du Canada, William Lyon Mackenzie King, dont le mandat a été le plus long dans l'histoire canadienne. Mackenzie King a légué ce domaine de 231 hectares aux Canadiens après sa mort.

D'un point de vue naturel, le parc de la Gatineau contient approximativement 50 lacs et une centaine d'étangs. Les trois quarts des terres avoisinantes sont agricoles. Les forêts du parc de la Gatineau sont composées de peuplements mixtes et de feuillus (Del Degan, Massé 2010). Ces écosystèmes constituent l'habitat d'un certain nombre de communautés végétales rares, de même que des forêts remarquables de par leur rareté locale ou régionale.

Le Parc est également le lieu de vie d'environ 90 espèces de plantes et 60 espèces animales

Situé à quinze minutes de la colline du Parlement, le Parc est une destination touristique de choix, tant pour les visiteurs que les résidents, avec plus de 2,7 millions de visites chaque année. Des activités telles que la randonnée pédestre, le camping, la baignade, le ski et le vélo sont très prisées.

en péril, dont l'ail des bois, le loup de l'est, le petit blongios, la tortue mouchetée, la salamandre à quatre orteils et le porte-queue du genévrier, un papillon diurne. De façon générale, le parc de la Gatineau contient plus de 1600 espèces floristiques, 54 espèces de mammifères, 232 espèces d'oiseaux, 17 espèces d'amphibiens, 11 espèces de reptiles et plus de 50 espèces de poissons (Del Degan Massé 2010).

Parce qu'il est un parc dédié à la conservation (Plan directeur du parc de la Gatineau 2005), l'une des priorités du Parc est d'encourager la découverte et l'accès tout en minimisant l'impact des activités récréatives sur l'environnement naturel et les écosystèmes sensibles. De ce fait, les activités de gestion de la CCN soutiennent le développement d'expériences récréatives durables et respectueuses de l'environnement naturel protégé.

2.3 La Ceinture de verdure



Certaines vallées dans la Ceinture de verdure sont sensibles aux perturbations et à l'érosion, mais elles sont très importantes, car elles soutiennent des systèmes naturels et des activités agricoles.

La Ceinture de verdure, située dans les Basses terres du Saint-Laurent, est entièrement comprise dans les limites de la ville d'Ottawa depuis 2001, suite à la fusion de 12 municipalités locales. Elle couvre une superficie d'environ 20 600 hectares, soit environ 5% des terres de la RCN (CCN, 2013). En 2011, près de 900 000 de personnes vivaient à l'intérieur des limites de la Ville d'Ottawa, alors que 12 000 personnes travaillaient à l'intérieur de la Ceinture de verdure et 1 000 personnes y vivaient. De plus, chaque année, 3,5 millions de personnes visitent la Ceinture de verdure (CCN, 2013).

La Ceinture de verdure est divisée en sept secteurs: la Baie Shirleys, le marécage Rocailleux, le Secteur agricole du sud et la forêt Pinhey, l'aéroport international, la Pinède, Mer Bleue et le ruisseau Green.

À l'intérieur même de la Ceinture de verdure,

- 75% du territoire est représenté par des aires naturelles, agricoles et des forêts,
- 5% du territoire est composé de routes gérées par le gouvernement provincial ou local,
- le reste des terres a un usage récréatif, résidentiel, commercial ou institutionnel.

Les habitats naturels les plus fréquemment retrouvés dans la Ceinture de verdure sont les milieux humides et les forêts. On retrouve des milieux humides protégés par le gouvernement de l'Ontario dans la Baie Shirleys, la tourbière Mer Bleue, le milieu humide Lester et le marécage Rocailleux. Le complexe Mer Bleue est particulièrement important, car il constitue un écosystème de tourbière nordique généralement présent dans les climats arctiques. Il est désigné en tant que zone humide d'importance internationale selon la Convention Ramsar (NCC, 2013).

On retrouve différents types de sols dans la Ceinture de verdure, soit des plaines de sable, des plaines d'argile, des sols organiques, des dunes de sable et de roche-mère calcaire située en surface du sol (CCN, 2013). Les principales discontinuités dans le relief sont causées par les systèmes de ruisseau, la rivière Rideau et les régions rocheuses à l'ouest de la Ceinture de verdure. Certaines vallées dans la Ceinture de verdure sont sensibles aux perturbations et à l'érosion, mais elles sont très importantes, car elles soutiennent des systèmes naturels et des activités agricoles.

Les forêts anciennes et matures sont rares dans la région en raison de la place importante de l'agriculture et du bâti urbain. De ce fait, les parcelles résiduelles de forêts anciennes ont beaucoup de valeur et peuvent servir de source pour les semences d'espèces de succession avancée d'arbres. La superficie occupée par les forêts naturelles et les plantations dans la Ceinture de verdure correspond à environ 18% du territoire. Les plantations, représentant 800 hectares sur 3 500 hectares de couvert forestier, ont été plantées sur d'anciennes terres agricoles et sont caractérisées par des forêts mixtes composées d'érables et de chênes. Il existe plus de 60 différentes espèces en péril sur le territoire de la Ceinture de verdure, dont le noyer cendré, le goglu des prés et la tortue serpentine.

Le deuxième et plus récent Plan directeur de la Ceinture de verdure a été lancé en 2013. Ce plan s'étend à l'horizon 2067 (CCN, 2013) et identifie quatre rôles pour la Ceinture de verdure dans le développement et l'aménagement de la région :

- améliorer la biodiversité, la santé et la résilience de l'environnement naturel adjacent aux limites de la Ceinture de verdure et en renforcer la connectivité;
- réaménager les anciennes terres rurales en terres agricoles durables;
- améliorer les opportunités récréatives et les paysages, et augmenter la connectivité entre les différents sentiers récréatifs de la région;
- conserver les installations, encourager le statu quo en matière de grosseur des installations et encourager la réduction de l'empreinte terrestre qui soutient les infrastructures bâties.

2.4 Terrains urbains

La CCN et le gouvernement fédéral possèdent ou gèrent près de 4 500 hectares de terrains dans les villes d'Ottawa et de Gatineau, qui se divisent en deux classes:

- les terres du centre-ville d'Ottawa et de Gatineau (appelés les terrains du secteur du cœur);
- les terrains urbains entourant le cœur de la capitale (appelées terrains urbains).

Dans cette étude, nous nous attardons à la seconde classe, vu leur caractère naturel. Les terrains urbains sont situés dans Ottawa et Gatineau et couvrent une superficie de 22,5 km². Près de 20% de ces terrains sont des aires de conservation et 22% sont des aires naturelles. Les 56% restants comprennent des terres agricoles, des aires récréatives et une variété d'autres sites tels que des stationnements, des aires de pique-nique et des sentiers. Les terrains urbains sont gérés afin de répondre aux demandes récréotouristiques et afin de donner accès aux espaces naturels pour tous les visiteurs voulant profiter de la nature dans la RCN.

Les espaces naturels principaux contenus dans les terrains urbains sont les berges et les îles des rivières Outaouais, Rideau et Gatineau, le lac Mud, le parc du Lac Leamy, le parc Rockcliffe, la ferme Moore et les corridors naturels (p. ex. les corridors Champlain et Philemon-Wright, les boisés McCarthy et le ruisseau Pinecrest). Les activités récréotouristiques sont très populaires dans les terrains urbains.

Les milieux humides des terrains urbains sont importants dans le paysage régional, car ils fournissent des SE liés à la qualité de l'eau, au contrôle des inondations et à la rétention de l'eau. Ils sont aussi d'importants habitats pour la faune. Il existe un milieu humide d'importance provinciale au Lac Mud. Plusieurs milieux humides de petite taille sont également présents aux alentours du Lac Leamy, au boisé Carlington et dans le corridor des Voyageurs. Au lac Leamy, d'autres habitats d'intérêt ont été recensés, dont l'aire de nidification du héron et une frayère. Des refuges pour oiseaux ont quant à eux été identifiés sur les îles du pont Champlain, aux îles Lemieux et dans le corridor des Voyageurs. Plus de 70 espèces en péril sont recensées dans les terrains urbains, dont le noyer cendré, la rainette faux-grillon de l'Ouest et la tortue serpentine.

Le Plan directeur des terrains urbains de la Capitale (2015) est un plan d'aménagement utilisé pour orienter la planification, la protection et le développement des terrains urbains fédéraux dans la région. Le plan s'applique aux terrains urbains à l'intérieur des limites de la Ceinture de verdure du côté ontarien de la rivière des Outaouais, puis à l'intérieur du périmètre urbain du côté québécois.

Le plan directeur des terrains urbains de la Capitale soutient la vision de la CCN de créer une capitale dynamique et inspirante. Il se concentre à la mise en valeur des qualités naturelles et pittoresques de la Capitale, à offrir une expérience conviviale et mémorable tant pour les résidents que les visiteurs et, finalement, à contribuer à la qualité de vie de la Capitale pour ceux qui y résident.



Le plan directeur des terrains urbains de la Capitale soutient la vision de la CCN de créer une capitale dynamique et inspirante. Il se concentre à la mise en valeur des qualités naturelles et pittoresques de la Capitale, à offrir une expérience conviviale et mémorable tant pour les résidents que les visiteurs et, finalement, à contribuer à la qualité de vie de la Capitale pour ceux qui y résident.

L'évaluation économique des services écosystémiques



Malgré l'intérêt croissant envers l'évaluation économique de la biodiversité et des écosystèmes, cette démarche demeure complexe et soulève plusieurs enjeux techniques et éthiques.

PHOTO DU HAUT COURTOISIE
ANNE-MARIE THÉRIEN

PHOTO DU BAS : NCC

3.1 Perspectives historiques et conceptuelles

Les méthodes d'évaluation économique des commodités naturelles ont été développées pour la première fois dans les années 1950, notamment par le travail de Ciriacy-Wantrup (1952) sur les forêts américaines, mais c'est principalement depuis les années 1980 qu'elles se sont inscrites dans les programmes scientifiques et politiques. Plusieurs événements ont fait en sorte que ces démarches sont désormais incontournables dans les initiatives de conservation de la nature. Nous pouvons notamment souligner le recours à ces techniques pour estimer les compensations à verser aux résidents suite au déversement de l'Exxon Valdez en 1989. Elles ont aussi été utilisées dans le cadre de la publication phare de Costanza et coll. (1997) sur la valeur des écosystèmes à l'échelle du globe et dans le cadre de l'Évaluation des écosystèmes pour le millénaire (2005). Plus récemment, l'évaluation économique de la biodiversité a été reconnue comme l'une des grandes stratégies de conservation par le Secrétariat de la Convention sur la diversité biologique à travers le Protocole de Nagoya de 2010.

Malgré l'intérêt croissant envers l'évaluation économique de la biodiversité et des écosystèmes, cette démarche demeure complexe et soulève plusieurs enjeux techniques et éthiques. L'une des raisons principales qui explique la difficulté d'inclure l'évaluation économique des SE dans les processus économiques est essentiellement liée à la nature même des biens et services. En effet, les biens ou services traditionnellement échangés sur les marchés économiques — tels que les biens de consommation directe comme la nourriture ou les services fournis par des individus comme les services financiers — sont dans la majorité des cas de nature privée, c'est-à-dire qu'ils sont appropriables par des individus.

À l'opposé, certains biens ou services sont difficilement saisissables dans cette perspective d'appropriation individuelle, ce sont les biens publics, comme l'eau, l'air ou l'accès à certains paysages d'intérêt. Ces biens publics peuvent généralement être utilisés par plus d'un individu à la fois et on ne peut empêcher un utilisateur d'en profiter, ce que la théorie économique décrit

comme les principes de rivalité et d'exclusion (Samuelson, 1954). Il en résulte une incapacité des marchés économiques traditionnels à les intégrer.

En 1968, Garrett Hardin pose l'hypothèse que le libre accès à des ressources naturelles entraîne une surexploitation de ces dernières, ce qu'il appela la « tragédie des communaux (ou biens publics) ». Bien que plusieurs travaux, notamment ceux d'Elinor Ostrom, lauréate du prix Nobel d'économie en 2009, aient démontré que cette surexploitation n'est pas toujours observée, il n'en demeure pas moins que cette tendance est bien réelle. Plusieurs biens publics disponibles à l'échelle mondiale montrent les effets de cette surexploitation. Par exemple, le libre accès à l'atmosphère pour le rejet de gaz à effet de serre a entraîné le phénomène des changements climatiques et l'absence de réglementation pour la pêche en haute mer a mené à l'effondrement d'une grande partie des stocks de poissons à l'échelle mondiale (Pauly et Zeller, 2016).

La difficulté de s'appropriier les biens publics rend leur inclusion dans les systèmes économiques difficile et entraîne par conséquent leur non-représentativité dans ces cadres. C'est donc dire que, même s'il est essentiel à la vie, un bien ou un service public a plus souvent qu'autrement une valeur monétaire nulle. C'est dans ce contexte que plusieurs auteurs et institutions proposent d'estimer la valeur économique des biens publics afin de souligner leur contribution aux activités économiques et tendre vers des processus de prise de décision qui soient plus cohérents avec la réalité d'interdépendance de l'être humain et de la nature (MEA, 2005 ; TEEB, 2010).

Cette intention d'évaluer économiquement la nature pose une multitude de questions et d'enjeux éthiques : puisque la vie humaine dépend de la nature, est-il réaliste de pouvoir lui apposer une valeur monétaire ? Est-ce que des espèces vivantes peuvent avoir une valeur et, si oui, pourquoi certaines auraient-elles une plus grande valeur que d'autres ? La monétarisation de la nature n'entraînera-t-elle pas une appropriation du vivant par les systèmes économiques faisant ainsi naître des enjeux de justice environnementale et sociale ?

Afin de répondre à ces questions fondamentales, la littérature scientifique propose d'opérer une distinction entre ce que l'on appelle la « biodiversité ordinaire » et la « biodiversité extraordinaire » (Centre d'analyse stratégique 2009). Cette dernière fait appel aux éléments de la nature, gènes, espèces ou écosystèmes qui sont bien conceptualisés dans l'imaginaire collectif. Pensons à des espèces emblématiques comme l'ours polaire ou le harfang des neiges, ou des sites naturels appréciés des collectivités comme les parcs nationaux. Dans les démarches d'évaluation économique de la nature, on considère qu'il est futile, voir simpliste et réducteur de vouloir apposer une valeur monétaire à des éléments du patrimoine naturel qui sont déjà valorisés par d'autres systèmes de valeur que l'économie, soit des valeurs culturelles, patrimoniales, éducatives ou spirituelles.

Par ailleurs, la « biodiversité ordinaire » est considérée comme un ensemble d'éléments du capital naturel qui ne jouit pas d'une telle valorisation sociale. On peut à ce titre penser à des espèces ou à des écosystèmes méconnus ou des processus fondamentaux des écosystèmes moins tangibles comme la production primaire de biomasse ou le cycle des nutriments. Ces éléments sont essentiels au maintien de la vie humaine sur Terre, mais ils souffrent d'une absence de valorisation adéquate par les systèmes humains, menant à leur détérioration et leur surexploitation. C'est à cette « biodiversité ordinaire » dont on fait référence lorsque l'on parle de SE, avec l'intention de la représenter économiquement pour favoriser une meilleure gestion de l'environnement au bénéfice des communautés.

Afin de bien représenter la valeur économique des SE, la notion de valeur économique totale est utilisée. Celle-ci englobe l'ensemble des valeurs issues de la nature, qu'elles soient marchandes ou non. La Figure 2 présente les différents types de valeurs qui constituent la valeur économique totale. La valeur d'usage directe représente la valeur d'appropriation directe du bien ou service, souvent véhiculée sur les marchés économiques. On peut penser à la valeur du bois ou des biens alimentaires, pour lesquels il est possible de déboursier une somme d'argent pour l'acquérir.



Afin de bien représenter la valeur économique des SE, la notion de valeur économique totale est utilisée. Celle-ci englobe l'ensemble des valeurs issues de la nature, qu'elles soient marchandes ou non.

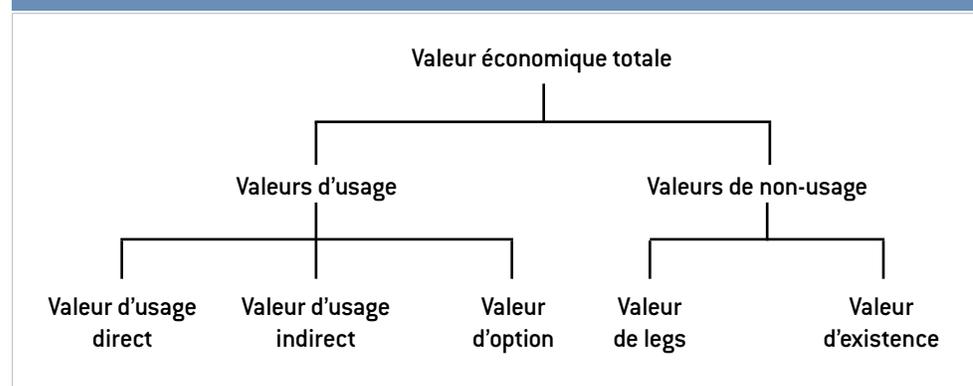
PHOTO : PAUL TESSIER/ISTOCK

La valeur d'usage indirecte représente la valeur qui affecte le bien-être humain, mais qui n'est pas véhiculée sur les marchés traditionnels. On peut penser ici aux services de régulation comme la prévention des événements extrêmes, la pollinisation ou la régulation du climat. Les valeurs d'option représentent quant à elles la valeur d'utilisation future des ressources naturelles. Elles possèdent une valeur, marchande ou non, qui reflète leur usage possible dans le futur. Par contre, les valeurs de non-usage (valeur d'héritage et d'existence) sont difficilement quantifiables, mais ont un impact réel sur le bien-être humain. Elles s'inscrivent dans une optique de respect et d'équité transgénérationnelle.



Pensons par exemple au rôle des milieux humides dans le contrôle des crues. Il est possible d'estimer la valeur de ce service en calculant les dommages qui seraient encourus par les inondations si ce service n'était pas rendu, ou encore combien il en coûterait pour le remplacer par une infrastructure grise.

FIGURE 2. ARTICULATION DU CONCEPT DE VALEUR ÉCONOMIQUE TOTALE.



3.2 Outils et méthodes d'évaluation économique

Plusieurs outils et méthodes d'évaluation économique des SE ont été développés au cours des dernières décennies. Les méthodes peuvent être regroupées en cinq grandes catégories : les prix de marché, l'approche par coûts, les marchés indirects, les marchés simulés et les transferts de bénéfices. Toutes ces méthodes ont des forces et des faiblesses et leur utilisation dépend à la fois des caractéristiques des écosystèmes étudiés, des bénéficiaires des SE et de l'échelle géographique de l'étude.

Dans le cas des méthodes basées sur les prix de marché, on peut évaluer la valeur de SE marchands, comme les biens alimentaires, en se référant à la valeur qu'ils ont sur les marchés. Cette méthode d'évaluation concerne principalement les SE d'approvisionnement et elle estime la valeur des produits ou des SE qui sont achetés et vendus sur les marchés. Dans le cadre de cette étude, nous utilisons cette approche pour évaluer la valeur des biens agricoles.

Les approches par coûts estiment la valeur des SE selon le coût qui devrait être payé pour remplacer des SE produits par un écosystème ou les coûts qui seraient encourus par leur perte. Pensons par exemple au rôle des milieux humides dans le contrôle des crues. Il est possible d'estimer la valeur de ce service en calculant les dommages qui seraient encourus par les inondations si ce service n'était pas rendu, ou encore combien il en coûterait pour le remplacer par une infrastructure grise. Dans cette étude, nous utilisons cette approche pour estimer la valeur des services de séquestration et de stockage du carbone.

En ce qui concerne les méthodes relatives aux marchés indirects, elles se réfèrent à des marchés existants qui permettent de faire une analyse secondaire des SE. Le principe repose sur l'idée que la valeur de certains services peut être internalisée dans des biens marchands. Les deux exemples les plus utilisés sont les marchés immobiliers et les dépenses reliées aux activités touristiques.



Dans le premier cas, la valeur d'une résidence peut être influencée par des éléments issus du capital naturel, par l'esthétisme d'un paysage ou par la qualité de l'eau. Dans le second cas, nous utilisons les dépenses engagées par des individus afin de bénéficier de la nature dans le cadre de diverses activités touristiques pour évaluer la valeur des SE fournis par un site comme un parc naturel.

Les méthodes de marchés simulés ont été développées pour évaluer des SE pour lesquels il n'existe pas de marché, direct ou indirect. Dans ces cas, on crée un marché hypothétique et, par des techniques d'enquête, on mesure ce que des individus seraient prêts à payer pour des SE ciblés. Par exemple, dans l'étude de He et coll. [2016], les chercheurs ont demandé à des répondants quel montant ils seraient prêts à payer pour doubler la superficie des milieux humides au Québec afin d'améliorer la qualité de l'eau, la protection contre les inondations et la préservation de la biodiversité.

Finalement, les méthodes de transferts de bénéfiques rassemblent un ensemble de méthodes qui se basent sur l'analyse de données secondaires. Pour des raisons techniques ou économiques, il est souvent impossible de réaliser des analyses pour des SE ou des sites spécifiques. Dans ces situations, on peut utiliser des études qui ont été réalisées ailleurs et transférer les résultats à un autre site. Pour l'étude de la TVCCN, nous avons utilisé deux de ces méthodes pour évaluer un ensemble de SE [voir la section Méthodologie pour de plus amples détails].

Plusieurs outils et méthodes d'évaluation économique des SE ont été développés au cours des dernières décennies. Les méthodes peuvent être regroupées en cinq grandes catégories : les prix de marché, l'approche par coûts, les marchés indirects, les marchés simulés et les transferts de bénéfiques.

3.3 Exemples d'évaluation économique des SE appliquée aux infrastructures naturelles au Canada

Depuis plusieurs années, de nombreux écosystèmes naturels et semi-naturels ont vu leurs SE évalués économiquement par le concours de diverses méthodes. Au Canada, plusieurs études ont été menées sur la valeur des SE produits par une variété d'écosystèmes allant des milieux humides [Pattison et coll. 2011; Lang et coll. 2013; He et coll. 2016], aux forêts [Anielsky and Wilson 2005; Wilson 2008; Dupras et al. 2015] et en passant par les milieux aquatiques [Poder et coll. 2015].

Parmi ces exercices, certains se sont penchés sur la valeur des infrastructures naturelles en milieux urbains. La Banque TD Canada Trust a récemment mesuré la contribution des arbres urbains à la qualité de vie des citoyens. Les spécialistes de la Banque TD Canada Trust ont estimé que chaque arbre à Toronto vaut 700\$, pour une valeur cumulative de 7 milliards de dollars pour l'ensemble de la forêt urbaine (TD Economics 2014a). Cette valeur se base sur l'effet des arbres sur le contrôle des eaux de ruissellement, la qualité de l'air, la séquestration du carbone et les économies d'énergie. Une démarche similaire a été utilisée pour estimer la valeur des forêts urbaines à Vancouver (35 milliards \$), Montréal (4,5 milliards \$) et Halifax (11,5 milliards \$) (TD Economics 2014b).

En évaluant 16 SE en 2008, Wilson a démontré que la Ceinture verte de l'Ontario, qui entoure la région métropolitaine de Toronto, avait une valeur non marchande annuelle de 2,7 milliards de dollars, soit une moyenne de plus de 3 500\$ par hectare par année. Les principaux SE, en termes économiques, sont les habitats pour la faune, la régulation du climat, la pollinisation et le traitement des polluants.

Dans une démarche similaire, deux études menées sur la Ceinture et trame verte du Grand Montréal ont mesuré une valeur annuelle variant entre 2,2 milliards de dollars et 4,3 milliards de dollars pour les SE non marchands (Dupras et coll. 2013; Dupras et coll. 2015). Les SE montrant la plus haute valeur sont les habitats favorisant la biodiversité, la régulation de la qualité de l'air, les activités récréotouristiques et l'approvisionnement en eau. En reconstruisant l'évolution de la couverture des sols de la région métropolitaine de Montréal depuis les années 1960, Dupras et coll. (2015) ont montré que l'étalement urbain coûtait chaque année plus de 235 millions de dollars en SE perdus.

3.4 L'évaluation économique des services écosystémiques et la prise de décision

En dépit du nombre croissant d'outils et d'études portant sur la valeur des SE, l'utilisation du capital naturel et de la valeur des SE dans la prise de décision est toujours faible (Daily et coll. 2009; TEEB, 2012; Laurans et coll. 2013; Guerry et coll. 2015). Tel que rapporté dans l'article par Guerry et coll. (2015), « en dépit du progrès, l'intégration du capital naturel et de l'information liée aux services écosystémiques dans diverses décisions demeure l'exception et non la règle » [p. 7352, traduction libre]. Dans leur article de 2009, Daily et coll. soutiennent que l'utilisation relativement récente de l'évaluation des SE est en partie responsable de la situation. Toutefois, un article récent a soulevé le fait que d'autres facteurs pourraient être en cause, dont le conflit entre le court et le long terme inhérent à la prise de décision, les méthodes d'évaluation et l'intégration des questions liées au capital naturel et aux SE à la sphère de l'environnement plutôt qu'à celle des finances (Guerry et coll. 2015).

Un nombre croissant de pays commencent à intégrer les mesures liées au capital naturel et aux SE dans les politiques et la gestion (Guerry et coll. 2015). Par exemple, la Chine a récemment annoncé qu'elle ferait le suivi du capital naturel et des SE à travers une mesure du « Produit écosystémique brut » et que cette mesure serait rapportée avec le PIB. L'Afrique du Sud utilise la méthode de planification selon les SE lors de la prise de décision concernant la gestion de l'eau, les processus d'allocation, les mesures de lutte contre la pauvreté et l'aménagement du territoire. Le Belize utilise les valeurs liées aux SE pour identifier quel est l'équilibre adéquat entre le tourisme, les pêches et la protection du littoral dans sa gestion des zones côtières. Les États-Unis ont incorporé l'information relative aux SE dans la prise de décision et l'évaluation des dommages naturels, puis la Banque de Développement Interaméricaine intègre maintenant les SE dans ses décisions concernant les investissements pour les infrastructures.

Au Canada, il existe plusieurs initiatives dont le but est d'accroître les connaissances relatives aux valeurs du capital naturel et des SE qui auraient le potentiel d'influencer les décisions. À ce sujet, nous pouvons souligner l'initiative de Statistiques Canada, « Mesurer les biens et services écosystémiques », un projet qui a lancé la recherche sur la comptabilité des écosystèmes et la quantification des biens et services écosystémiques, de même que la base de données *Environmental Valuation Reference Inventory* (EVRI). EVRI est une base de données très complète d'études portant sur l'évaluation économique des bénéfices environnementaux et qui est mise à jour conjointement par un ensemble de pays. Plusieurs programmes, tels que les paiements pour les SE, ont aussi été mis en œuvre afin de permettre l'utilisation d'outils fiscaux pour inciter et stimuler la production de SE dans les secteurs agricoles, forestiers et de l'eau. Au tournant des années 2010, plus de 40 programmes faisant la promotion des SE étaient en vigueur au Canada (Kenny et coll. 2011). Les instruments fondés sur le marché et sur de nouveaux marchés ont également été développés pour les SE non marchands. L'exemple le plus probant est la mise en œuvre de marchés sur le carbone dans plusieurs provinces canadiennes.



Au Canada, il existe plusieurs initiatives dont le but est d'accroître les connaissances relatives aux valeurs du capital naturel et des SE qui auraient le potentiel d'influencer les décisions.

PHOTO : LIGHTWRITER1949/ISTOCK

Méthodologie

LA MÉTHODOLOGIE RETENUE POUR CETTE ÉTUDE est une combinaison de méthodes d'évaluation économique et d'analyse spatiale. Elle vise d'un côté à analyser la composition du territoire à l'étude en termes géographiques et à associer un certain nombre de SE à chaque type de classes de couverture de sols et de l'autre, à identifier des indicateurs économiques représentatifs des SE associés aux écosystèmes évalués.

Cette démarche est fréquemment utilisée dans ce domaine de recherche. À titre d'exemple, 72 études de ce type ont été publiées dans la littérature scientifique depuis le début des années 2000. L'approche méthodologique a été généralisée dans un article scientifique de Troy et Wilson (2006). Ces derniers proposent une démarche en cinq étapes :

1. Identification spatiale du territoire à l'étude
2. Classification et cartographie de l'usage des sols
3. Évaluation économique des SE
4. Calcul de la valeur économique totale et répartition par classe d'utilisation des sols
5. Analyse spatiale de la valeur des SE en fonction de l'unité spatiale appropriée



À titre d'exemple, 72 études de ce type ont été publiées dans la littérature scientifique depuis le début des années 2000.

4.1 Identification spatiale du territoire à l'étude

Tel que décrit plus tôt, le territoire à l'étude est celui de la trame verte de la Commission de la capitale nationale et comprend le parc de la Gatineau, la Ceinture de verdure et l'ensemble des terrains urbains qui sont la propriété de la Commission de la capitale nationale. L'objectif de cette analyse est de faire écho aux plans stratégiques d'aménagement et de développement pour ces terrains et pour la région. Le concept des SE et de leur contribution au bien-être des communautés de la région est utilisé afin que l'importance économique, sociale et environnementale de la TVCCN puisse être intégrée aux réflexions sur l'aménagement actuel et futur du territoire.

4.2 Classification et cartographie de l'usage des sols

Après avoir consulté plusieurs bases de données de systèmes d'information géographique (SIG), nous avons retenu la couche d'inventaire des terres d'Agriculture et Agro-alimentaire Canada (AAC) de l'année 2014 pour procéder aux analyses de couverture de sol. Le choix de cette couche repose sur le fait qu'elle permet une couverture uniforme de la zone à l'étude avec une résolution fine (30 m) et qu'elle compte plusieurs classes différentes d'occupation du sol (28 classes pour la zone à l'étude). Toutefois, la couche d'AAC, comme toutes les couches produites par imagerie satellite, comporte un certain niveau d'incertitude. Selon les métadonnées disponibles pour l'analyse, cette couche possède une précision d'environ 85%. Malgré le fait que le territoire à l'étude est trop grand pour procéder à une correction manuelle qui permettrait d'augmenter la précision de l'analyse SIG, une démarche de photo-interprétation nous a permis de confirmer que la couche était généralement précise et qu'elle serait convenable pour permettre de procéder aux analyses subséquentes.



En général, le territoire urbain est défini comme étant un endroit (c.-à-d. municipalité) où la population est d'au moins 1000 personnes et où la densité est de 400 personnes ou plus par kilomètre carré. Tous les autres endroits sont considérés comme étant ruraux.

Le logiciel ArcGIS a été utilisé en conjonction avec l'analyse de la couverture des sols d'AAC. Nous avons également fait une distinction entre les aires rurales et urbaines en utilisant la classification de Statistiques Canada. Cette distinction se réfère aux caractéristiques démographiques, telles que la taille de la population, la densité et la distance vis-à-vis d'agglomérations importantes (Statistics Canada 2011). En général, le territoire urbain est défini comme étant un endroit (c.-à-d. municipalité) où la population est d'au moins 1000 personnes et où la densité est de 400 personnes ou plus par kilomètre carré. Tous les autres endroits sont considérés comme étant ruraux.

La seconde partie de cette étape consiste à ventiler les SE qui sont produits par chacun des écosystèmes étudiés. Il existe plusieurs systèmes de classification qui visent à identifier et à caractériser les SE. Les premiers furent notamment proposés par Daily (1997), Costanza et coll. (1997) et De Groot et coll. (2002). C'est toutefois l'Évaluation des Écosystèmes pour le millénaire (MEA 2005) qui jeta les bases d'un système de classification de 17 SE qui fut largement repris. Depuis, d'autres initiatives ont entrepris des classifications régionales et globales. À ce titre, mentionnons l'initiative TEEB qui propose une typologie de 22 SE répartis en quatre catégories: approvisionnement, régulation, habitat et culturel. Haines-Young et Potschin (2008) ont plus récemment proposé une classification plus élaborée, connue sous le nom de CICES (*Common International Classification of Ecosystem Goods and Services*), et qui propose un agencement en neuf classes regroupées sous trois thèmes (approvisionnement, régulation et entretien, culturel). Elle n'inclut pas les « services de support » du MEA et les fonctions/services d'« habitats » de TEEB (2010) et de Groot et coll. (2002).

En se basant sur les classifications les plus standardisées (i.e. MEA, TEEB, CICES), sur une revue de la littérature portant sur les exercices d'évaluation des SE effectués au Québec et en Ontario (p. ex. Wilson 2008, Dupras et coll. 2015, Dupras et Alam, 2015) et sur la constitution de notre propre base de données, nous avons sélectionné 13 SE qui semblaient pertinents pour la TVCCN:

SERVICES D'APPROVISIONNEMENT :

1. Produits alimentaires : biens alimentaires provenant des cultures annuelles et pérennes.



SERVICES DE RÉGULATION :

2. Régulation du climat global : stockage et séquestration du carbone dans la biomasse dans une optique de réduction des gaz à effet de serre.
3. Qualité de l'air : capacité d'un écosystème à filtrer les polluants aériens.
4. Approvisionnement en eau : capacité de régulation et de contrôle des crues dans une optique d'approvisionnement en eau des communautés.
5. Traitement des polluants : capacité d'un écosystème à filtrer et métaboliser les polluants.
6. Contrôle de l'érosion : capacité d'un écosystème à préserver la structure des sols et à empêcher leur érosion par l'eau et le vent.
7. Pollinisation : pollinisation des plantes et végétaux par les insectes et animaux, permettant la production quantitative et qualitative de biens alimentaires ou d'autres produits.
8. Habitat favorisant la biodiversité : capacité d'un écosystème à offrir un habitat propice à la biodiversité au sens large.
9. Prévention d'évènements extrêmes : dans cette étude, service faisant principalement référence à la prévention des inondations.
10. Contrôle biologique : régulation des maladies et ravageurs qui peuvent affecter la production agricole ou la santé humaine.
11. Cycle des nutriments : formation des sols par la relation entre éléments biotiques et abiotiques.

SERVICES CULTURELS :

12. Esthétisme des paysages : appréciation de la beauté d'un actif naturel, paysage, écosystème.
13. Activités récréotouristiques : loisir et tourisme associés aux écosystèmes.

Le choix de la couche d'inventaire des terres d'Agriculture et Agro-alimentaire Canada (AAC 2014) repose sur le fait qu'elle permet une couverture uniforme de la zone à l'étude avec une résolution fine (30 m) et qu'elle compte plusieurs classes différentes d'occupation du sol (28 classes pour la zone à l'étude).

4.3 Évaluation économique des services écosystémiques

Pour réaliser l'analyse économique des SE mentionnés ci-haut, nous avons retenu trois approches méthodologiques. Dans le cas des services d'approvisionnement, soit les produits alimentaires et les activités récréatives, nous avons utilisé la méthode des prix de marché. Pour les SE non marchands, nous avons utilisé l'approche des coûts de remplacement et des transferts de bénéfices, en mobilisant les méthodes de transfert avec ajustement et par méta-analyse.

4.3.1 MÉTHODE DES PRIX DE MARCHÉ



Pour les SE non marchands, nous avons utilisé l'approche des coûts de remplacement et des transferts de bénéfices, en mobilisant les méthodes de transfert avec ajustement et par méta-analyse.

Pour analyser la contribution économique des systèmes agricoles en termes de biens alimentaires, nous devons calculer les rentes économiques, c'est-à-dire la valeur des revenus tirés de la vente de produits agricoles moins l'ensemble des dépenses encourues pour les produire. Pour ce faire, nous avons identifié les cultures de la TVCCN et avons cherché la valeur de ces productions et des dépenses de production dans un ensemble de bases de données comme celles de la Financière agricole, du ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation et des Affaires rurales de l'Ontario et du Centre de référence en agriculture et agroalimentaire du Québec (CRAAQ). Afin de mesurer la valeur du service récréotouristique, nous avons utilisé la valeur des prix d'entrée demandés par le parc de la Gatineau pour les services tels que le ski de fond, la randonnée en raquette, l'accès aux plages et le camping estival ; dans tous les autres cas, l'accès au Parc est gratuit.

4.3.2 MÉTHODE DU COÛT DE REMPLACEMENT

Nous avons utilisé cette méthode afin de déterminer la valeur du service de régulation du climat. Ce service est évalué dans notre étude, de même que dans la majeure partie des études scientifiques, en fonction de la capacité de séquestration et de stockage du carbone. Pour ce faire, nous avons utilisé le coût social du carbone (CSC), tel que déterminé par Environnement et Changement Climatique Canada. Le CSC est une mesure monétaire des impacts négatifs anticipés des changements climatiques causés par l'émission d'une tonne additionnelle de dioxyde de carbone (CO₂) dans l'atmosphère au cours d'une année donnée.

4.3.3 TRANSFERT DE BÉNÉFICES AVEC AJUSTEMENTS

Cette approche consiste à utiliser des évaluations économiques de SE produites sur d'autres sites et à les transférer au site cible en ajustant ces valeurs afin de représenter les caractéristiques du site cible. Pour ce faire, nous avons créé une base de données représentative des classes de couverture de sols retrouvées dans la TVCCN et des SE qu'elles produisent. En partant d'une base de données constituée pour l'analyse de la Ceinture et trame verte de Montréal, nous avons procédé à une analyse exhaustive de la littérature scientifique afin de la compléter avec des études récentes et des études représentatives de la TVCCN. Des bases de données existantes, comme la *Environmental Valuation Reference Inventory* (www.evri.ca) et *Ecosystem Services Valuation Database* (<http://www.fsd.nl/esp/80763/5/0/50>), ont été explorées en plus de recherches spécifiques dans des moteurs de recherche spécialisés (p. ex. Econlit, Francis).

La fiabilité de cette méthode dépend du degré de correspondance entre les sites utilisés pour le transfert et le site cible. En ce sens, il est important de s'assurer de l'égalité des revenus entre les sites et des similitudes entre les environnements biophysiques. Ainsi, deux critères généraux ont été utilisés pour sélectionner les études à être transférées. Premièrement, un critère écologique a fait en sorte que nous avons considéré seulement les études produites dans des écosystèmes tempérés et où les écosystèmes évalués sont comparables à ceux retrouvés dans la TVCCN. Deuxièmement, un critère socio-économique a permis de sélectionner des études produites dans des pays et des régions aux conditions socio-économiques et démographiques comparables à la TVCCN. Puisque la valeur des SE est souvent expliquée par leur contribution à la qualité de vie des communautés, les caractéristiques de ces communautés sont des facteurs explicatifs très importants. Au final, les études sélectionnées pour le transfert de valeurs sont principalement issues de projets menés en Amérique du Nord et en Europe occidentale.

Afin de transférer correctement les valeurs, un ajustement a été fait. D'abord, les valeurs ont été converties en dollars canadiens par l'utilisation de tables de conversion des parités de pouvoir d'achat. Cette conversion est plus précise que les seuls taux de changes, car elle permet de refléter les pouvoirs d'achat de chacune des devises. Ensuite, les données en dollars canadiens ont été corrigées selon les taux d'inflation pour être exprimées en dollars de 2015.

4.3.4 TRANSFERT DE BÉNÉFICES PAR MÉTA-ANALYSE

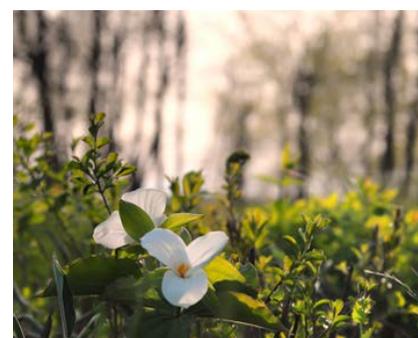
La méta-analyse est une méthode statistique permettant de synthétiser l'information provenant de plusieurs études indépendantes pour inférer une valeur à un site cible. En utilisant un grand nombre d'études dans son modèle statistique, elle réduit les erreurs de transfert, ce qui la rend plus précise et rigoureuse que les démarches de transfert de valeur simple ou avec ajustement.

Dans cette approche, il ne s'agit pas de transférer directement une valeur pour un SE, mais de déterminer quels sont les facteurs explicatifs de cette valeur (c.-à-d. en transférant la valeur des coefficients reliés aux caractéristiques du bien ou du service). En général, ces facteurs explicatifs représentent des caractéristiques socio-économiques et environnementales des écosystèmes étudiés. Par exemple, si la méta-analyse identifie des facteurs (c.-à-d. coefficients) explicatifs significatifs de la valeur, comme le revenu moyen de la population (a_1), la taille du site (a_2), les SE fournis (a_3) et la taille de la population (a_4), en intégrant les données du site cible, on pourrait trouver la valeur de l'objet étudié. Ainsi, l'équation pourrait s'écrire de la façon suivante :

$$V = a_1W + a_2X + a_3Y + a_4Z + e_i$$

La valeur de l'écosystème analysé pourrait être mesurée en intégrant à l'équation les données sur le revenu de la population étudiée (W), la taille du site étudié (X), les SE fournis par l'écosystème (Y) et la taille de la population du site cible (Z).

Cette approche est plus précise que les autres méthodes de transfert de bénéfices, mais elle est également plus complexe à réaliser et les modèles de méta-analyses ne sont pas nombreux et/ou privés. Ainsi, dans le cadre de cette étude, nous utilisons un modèle de méta-analyse développé par He et coll. (2015) qui nous permet d'évaluer la valeur de quatre SE (produits commerciaux, prévention des inondations, qualité de l'eau et habitat favorisant la biodiversité) fournis par les milieux humides. Dans leur modèle, les auteurs expliquent la valeur de ces services selon une série de facteurs explicatifs fournis dans le Tableau 1.



Le CSC (coût social du carbone) est une mesure monétaire des impacts négatifs anticipés des changements climatiques causés par l'émission d'une tonne additionnelle de dioxyde de carbone (CO₂) dans l'atmosphère au cours d'une année donnée.

PHOTO COURTOISIE JANA KRIZ

Afin d'intégrer les données de la TVCCN à ce modèle, nous avons procédé à une analyse documentaire et une analyse spatiale. L'analyse documentaire a permis d'identifier les valeurs correspondant aux catégories des SE fournis par les milieux humides, les types de milieux humides et les caractéristiques socio-économiques. Pour l'analyse spatiale, essentielle à l'identification des valeurs pour les catégories de caractéristiques géographiques, nous avons basé notre démarche sur celle élaborée par He et coll. (2015). À l'aide du logiciel ArcGIS, nous avons, dans un premier temps, divisé la RCN en sous-régions de 50 km². Dans chacune de ces sous-régions, nous avons mesuré la superficie totale des milieux humides et le pourcentage de milieux agricoles et de milieux urbains entourant chaque milieu humide individuel.

TABEAU 1. DESCRIPTION DES VARIABLES EXPLICATIVES (ADAPTÉ DE HE ET COLL. 2015)

Catégorie	Variable	Coefficient	Description sommaire
Services écosystémiques des milieux humides	Habitat favorisant la biodiversité	1,584	Le milieu humide contient un habitat particulier naturel et pour la biodiversité
	Capture des sédiments	0,893	Le milieu humide filtre l'eau
	Contrôle des inondations	1,485	Le milieu humide offre son rôle de gestion de contrôle et de rétention des inondations
	Activités commerciales	1,899	Le milieu humide permet les activités commerciales (pêche commerciale, chasse ou élevage de canards)
Type de milieu humide	Créé par l'humain	2,505	Le milieu humide n'est pas naturel, il est construit par l'humain
	Isolé	-0,856	Le milieu humide est isolé
	Complexe	0,868	Le milieu humide est dans un complexe
Caractéristiques géographiques	Agriculture	-0,019	Le pourcentage (%) du territoire agricole dans un rayon de 10 km autour du milieu humide
	Urbain	0,007	Le pourcentage (%) du territoire urbain dans un rayon de 10 km autour du milieu humide
	In taille du milieu humide	-0,560	Logarithme de la taille des milieux humides en hectares
Caractéristiques socio-économiques	In PIB per capita	1,291	Logarithme du PIB per capita en parité de pouvoir d'achat 2003 USD
Types de valeurs	Marginale	1,484	La valeur économique du milieu humide a été déterminée selon un changement marginal
	Médiane	3,004	La valeur économique du milieu humide telle que rapportée dans l'étude primaire est une médiane
	Préférences révélées	1,087	L'étude est fondée soit sur une évaluation de contingence ou selon la méthode de modélisation de choix
Constante		-3,668	

Résultats

5.1 Analyse spatiale

L'analyse spatiale montre que la TVCCN, soit l'aire totale des terres gérées par la CCN dans la région de la capitale nationale représente plus de 55 000 hectares partagés entre la Ceinture de verdure, le parc de la Gatineau et les terrains urbains. Les deux plus importants usages du territoire sont les forêts (72%) et les terres agricoles (10%). Les terres en milieux urbains représentent 8% du territoire, dont certaines se trouvent dans les limites de la Ceinture de verdure et du parc de la Gatineau (voir la figure 3). Les milieux aquatiques et les milieux humides représentent tous deux près de 10% du territoire. De plus amples détails à propos de l'analyse spatiale sont disponibles dans le Tableau 2 et dans les prochaines sections. Le Tableau 3 présente l'analyse des usages du territoire pour toute la région de la capitale du Canada. La RCN compte au total plus de 517 000 hectares de terres. Les forêts représentent l'usage du territoire le plus important avec 49% de couverture du territoire, suivies par l'Agriculture (27%) et les Terrains urbains (14%). Finalement, les milieux aquatiques et les milieux humides représentent tous deux 10% du territoire. La différence la plus importante entre les terres gérées par la CCN et le reste de la région de la capitale nationale est la surreprésentation des forêts sur les terres de la CCN, puis des milieux agricoles et urbains qui sont sous-représentés sur les terres de la CCN. Cette différence s'explique en partie par le mandat de la CCN qui est d'assister au développement, à la conservation et à l'amélioration des terres fédérales dans la RCN.



La base de données que nous avons construite contient 149 estimations monétaires provenant de 78 études différentes. Ces études ont été publiées entre 1990 et 2016 et traitent de sites situés majoritairement aux États-Unis, au Canada et dans divers pays européens.

FIGURE 3. COUVERTURE DES SOLS DE LA TRAME VERTE DE LA COMMISSION DE LA CAPITALE NATIONALE

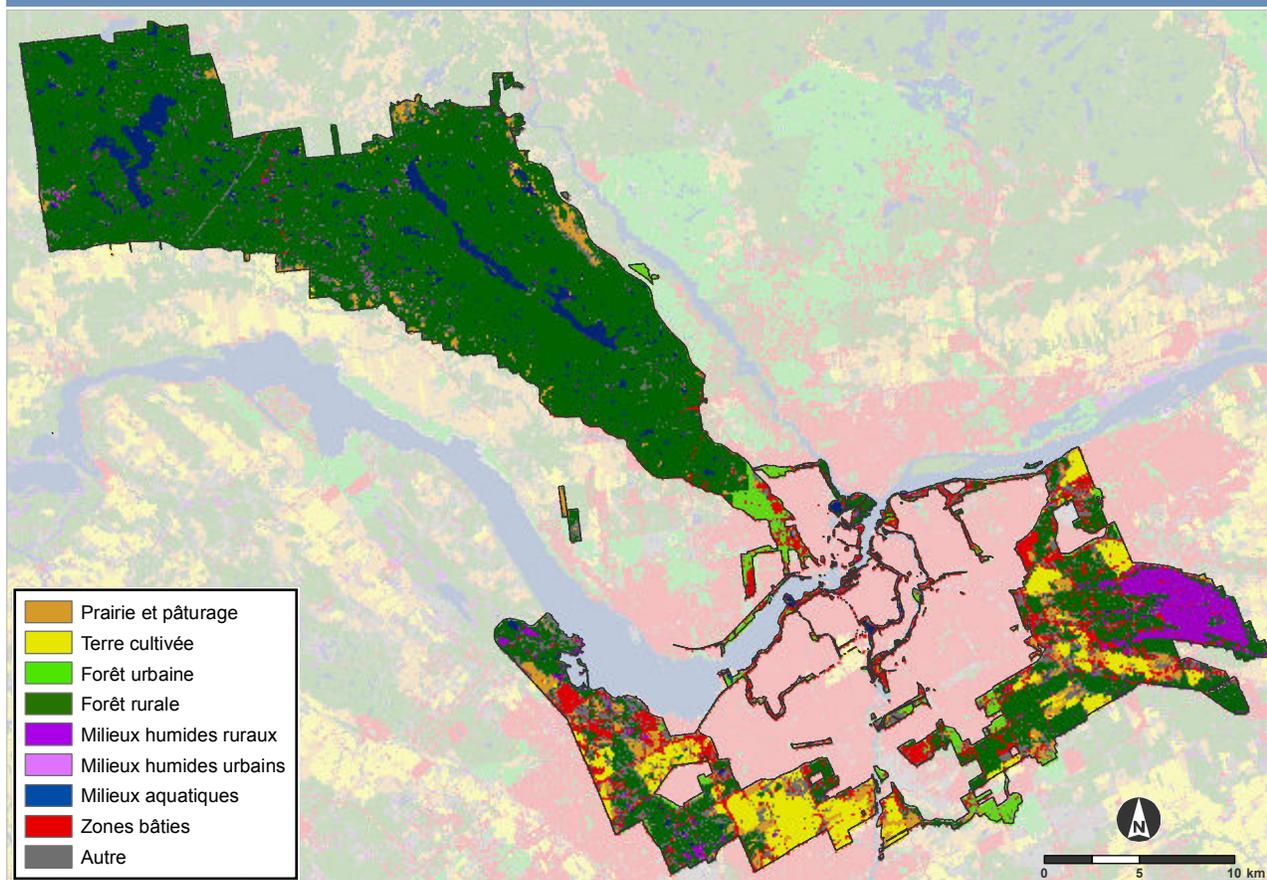


TABLEAU 2. COUVERTURE DES SOLS DE LA TRAME VERTE DE LA COMMISSION DE LA CAPITALE NATIONALE		
Classes de couverture des sols	Aire (ha)	Aire (%)
Milieux humides ruraux	2417	4,4
Milieux humides urbains	36	0,1
Forêts rurales (Feuillus)	15 208	27,6
Forêts rurales (Mixtes)	21 660	39,3
Forêts rurales (Conifères)	1260	2,3
Forêts urbaines (Feuillus)	511	0,9
Forêts urbaines (Mixtes)	983	1,8
Forêts urbaines (Conifères)	58	0,1
Agriculture (Orge)	104	0,2
Agriculture (Haricots)	3	0,0
Agriculture (Baies)	17	0,0
Agriculture (Maïs)	769	1,4
Agriculture (Friche)	1	0,0
Agriculture (Avoine)	3	0,0
Agriculture (Autres grains)	27	0,0
Agriculture (Pâturage/fourrage)	2320	4,2
Agriculture (Soya)	2362	4,3
Agriculture (Blé)	20	0,0
Milieux aquatiques	2722	4,9
Urbain/développé	4642	8,4
TOTAL	55 123	100,0

TABLEAU 3. COUVERTURE DES SOLS DE LA RÉGION DE LA CAPITALE DU CANADA		
Classes de couverture des sols	Aire (ha)	Aire (%)
Milieux humides ruraux	16 317	3,2
Milieux humides urbains	1477	0,3
Forêts rurales (Feuillus)	80 207	15,5
Forêts rurales (Mixtes)	126 852	24,5
Forêts rurales (Conifères)	17 104	3,3
Forêts urbaines (Feuillus)	11 417	2,2
Forêts urbaines (Mixtes)	18 548	3,6
Forêts urbaines (Conifères)	1242	0,2
Agriculture (Orge)	1200	0,2
Agriculture (Baies)	90	0,0
Agriculture (Maïs)	32 416	6,3
Agriculture (Friche)	96	0,0
Agriculture (Avoine)	363	0,1
Agriculture (Autres grains)	617	0,1
Agriculture (Pâturage/fourrage)	60 972	11,8
Agriculture (Soya)	42 150	8,1
Agriculture (Blé)	1156	0,2
Milieux aquatiques	32 064	6,2
Urbain/développé	73 051	14,1
TOTAL	517 339	100,0

5.2 Évaluation économique des services écosystémiques

La base de données que nous avons construite contient 149 estimations monétaires provenant de 78 études différentes. Ces études ont été publiées entre 1990 et 2016 et traitent de sites situés majoritairement aux États-Unis, au Canada et dans divers pays européens (c.-à-d. Italie, France, Finlande, Suède, Autriche, Royaume-Uni, Irlande). Toutes les études répertoriées ont été publiées dans la littérature scientifique et ont donc fait l'objet d'un examen par les pairs avant leur publication. Toutes les publications utilisées étaient des études primaires, c'est-à-dire qu'elles n'utilisaient pas de données secondaires comme dans les démarches de transfert de bénéfices. Nous avons utilisé cette base de données pour évaluer la majorité des SE non marchands.

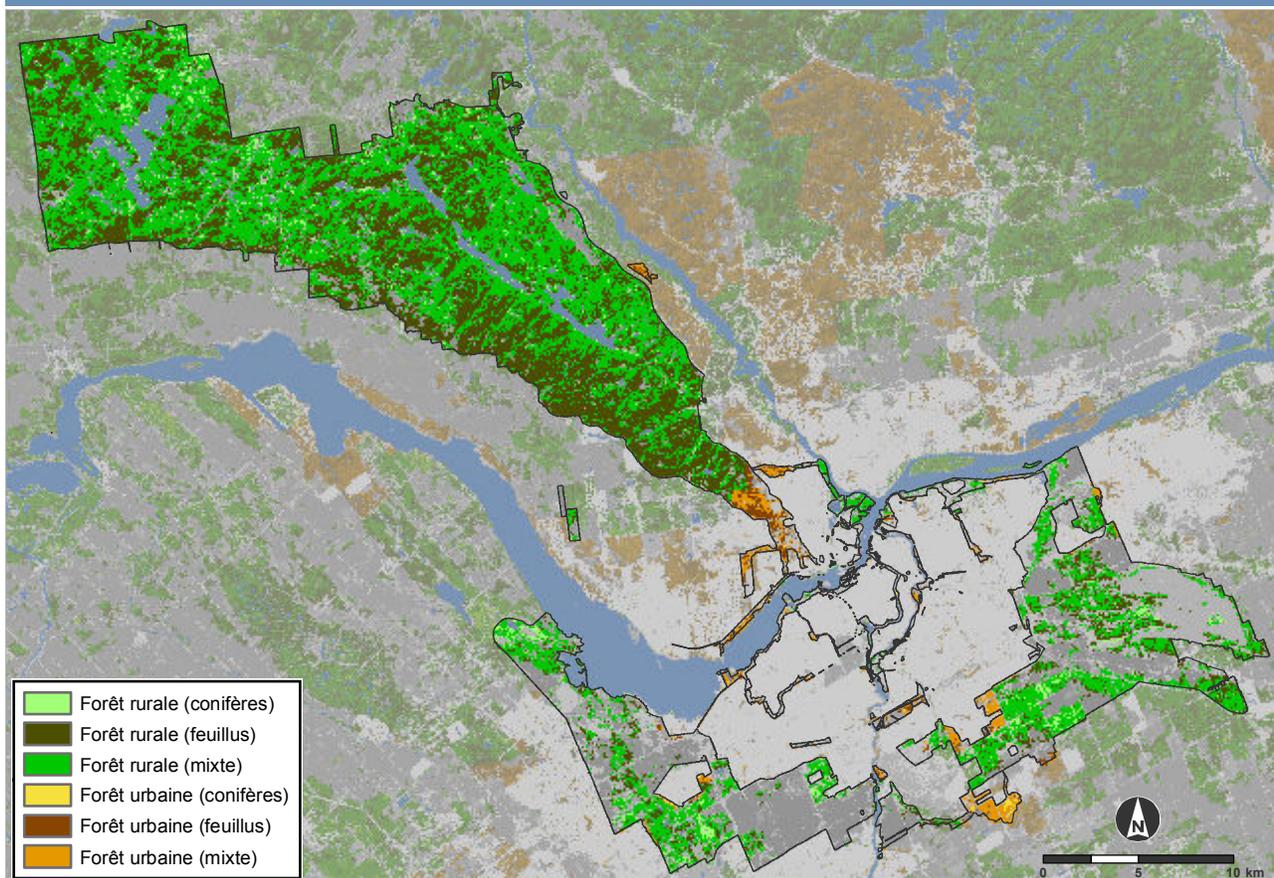
5.3 Forêts et boisés

Les forêts et boisés offrent des SE qui varient en fonction du milieu dans lesquels ils se trouvent (rural, urbain ou périurbain) et selon leur composition (forêt de feuillus, de conifères ou mixte). La RCN se trouve dans la forêt tempérée froide (Wilson, 2008). Selon les données recueillies sur le couvert forestier, 4% des forêts et boisés dans la zone à l'étude se retrouvent en milieu urbain et 96% se trouvent en milieu rural. De plus, 57% du couvert forestier est mixte, 40% est composé principalement de feuillus et 3% est composé majoritairement de conifères. La figure 4 représente la distribution et l'abondance relative de chaque type de forêt dans la TVCCN.

Les forêts, arbres et boisés captent le CO₂, mais ils interceptent aussi d'autres polluants qui ont un impact sur la qualité de l'air, tels que le monoxyde de carbone, le dioxyde de soufre et les particules en suspension.

L'atténuation des changements climatiques a pris un rôle phare dans les programmes scientifiques et politiques au cours des deux dernières décennies. En général, les solutions proposées ciblent la réduction des gaz à effet de serre, en particulier le CO₂ qui est le principal gaz causant l'effet de serre. Dans la littérature scientifique, le terme **régulation du climat** représente principalement le stockage du carbone et la séquestration du carbone par les écosystèmes. Le stockage du carbone correspond à la quantité totale de carbone entreposée dans un écosystème à un point donné, alors que la séquestration du carbone représente la quantité annuelle de carbone entreposée dans un écosystème moins les fuites dans l'atmosphère causées par la respiration, les perturbations et la décomposition. En d'autres mots, le stockage du carbone représente une réserve de carbone et la séquestration du carbone représente un flux annuel.

FIGURE 4. SUPERFICIE FORESTIÈRE DE LA TRAME VERTE DE LA COMMISSION DE LA CAPITALE NATIONALE



Le Coût social du carbone (CSC) a été utilisé pour déterminer la valeur économique du carbone. Le CSC est une mesure monétaire des dommages prévus qui sont causés à l'échelle planétaire par les changements climatiques et qui découlent de l'émission d'une tonne supplémentaire de dioxyde de carbone (CO₂) dans l'atmosphère au cours d'une année donnée. Environnement et Changement Climatique Canada recommande son utilisation pour évaluer les variations d'émissions de CO₂ dans le cadre d'analyses économiques, dont les analyses coûts-avantages, qui peuvent informer les décideurs concernant les impacts économiques des politiques publiques de mitigation des changements climatiques. Dans un rapport publié récemment, Environnement et Changement Climatique Canada (2016) estime la valeur du CSC à 43\$/tonne de CO₂ équivalent.

Afin d'évaluer le taux de séquestration du carbone, nous avons utilisé la moyenne des taux enregistrés pour la séquestration du carbone par Environnement et Changement Climatique Canada (Dupras et coll. 2013) entre 1990 et 2009. Cette quantité correspond à 1,93 tCO₂/ha/an et est évaluée à 83\$/ha/an.

Pour évaluer la valeur du stockage du carbone, nous avons utilisé une étude faite à long terme par Kurz et Apps (1999). Dans leur analyse, ils ont évalué le flux de carbone du secteur forestier canadien sur une période de plus de 70 ans. Les auteurs ont estimé que la réserve de carbone entreposée dans la forêt tempérée froide, dans laquelle se trouve la TVCCN, avait une valeur de 220 tonnes/ha. Près de neuf millions de tonnes de carbone sont entreposées dans les forêts de la TVCCN.

Pour transposer la valeur totale annuelle de carbone, nous avons ventilé les réserves de carbone sur 50 ans. Nous avons utilisé un taux d'actualisation de 3% pour estimer la valeur annuelle, soit le taux recommandé par Environnement et Changement Climatique Canada (2016) pour analyser la valeur économique du carbone. En utilisant ces paramètres, la valeur de stockage du carbone par les forêts de la TVCCN est de 158\$/ha/an. La valeur estimée pour le service de régulation du climat est donc de 241\$/ha/an.

Les forêts, arbres et boisés captent le CO₂, mais ils interceptent aussi d'autres polluants qui ont un impact sur la qualité de l'air, tels que le monoxyde de carbone, le dioxyde de soufre et les particules en suspension. Ces polluants contribuent à la pollution atmosphérique, aux épisodes de smog et à des problèmes de santé comme l'asthme. La présence d'arbres en milieu urbain est particulièrement importante pour réduire la pollution atmosphérique, assainir l'air et réduire les coûts liés à la santé. Le Tableau 4 fournit de l'information sur l'impact des forêts rurales et urbaines sur la **qualité de l'air**. Les capacités d'assainissement de l'air des arbres ont été transposées en termes économiques par le biais des multiplicateurs de valeur du logiciel I-tree décrit par Hirabayashi



La pollinisation est un processus naturel causé par le vent, les insectes et les animaux et qui permet la fertilisation des plantes. La pollinisation est une étape critique de la reproduction sexuée des plantes à fleurs et permet la croissance des plantes et leur évolution.

PHOTO COURTOISIE JULIETTE GIANNESINI (ZHU/FICKR)

Polluant	Multiplicateur de séquestration (kg/ha/an)		Multiplicateur de valeur (\$/ha/an)	
	Urbain	Rural	Urbain	Rural
CO	1,27	1,00	1,7	0,02
NO ₂	7,00	5,45	3,1	0,04
O ₃	54,04	54,93	154,1	2,6
PM ₁₀	15,34	18,51	97,3	2,1
PM _{2,5}	2,76	2,66	297,4	4,9
SO ₂	3,44	3,47	0,5	0,01
Total			554,1	9,7

Source : Adapté de Nowak et coll. (2006) et Hirabayashi (2014)

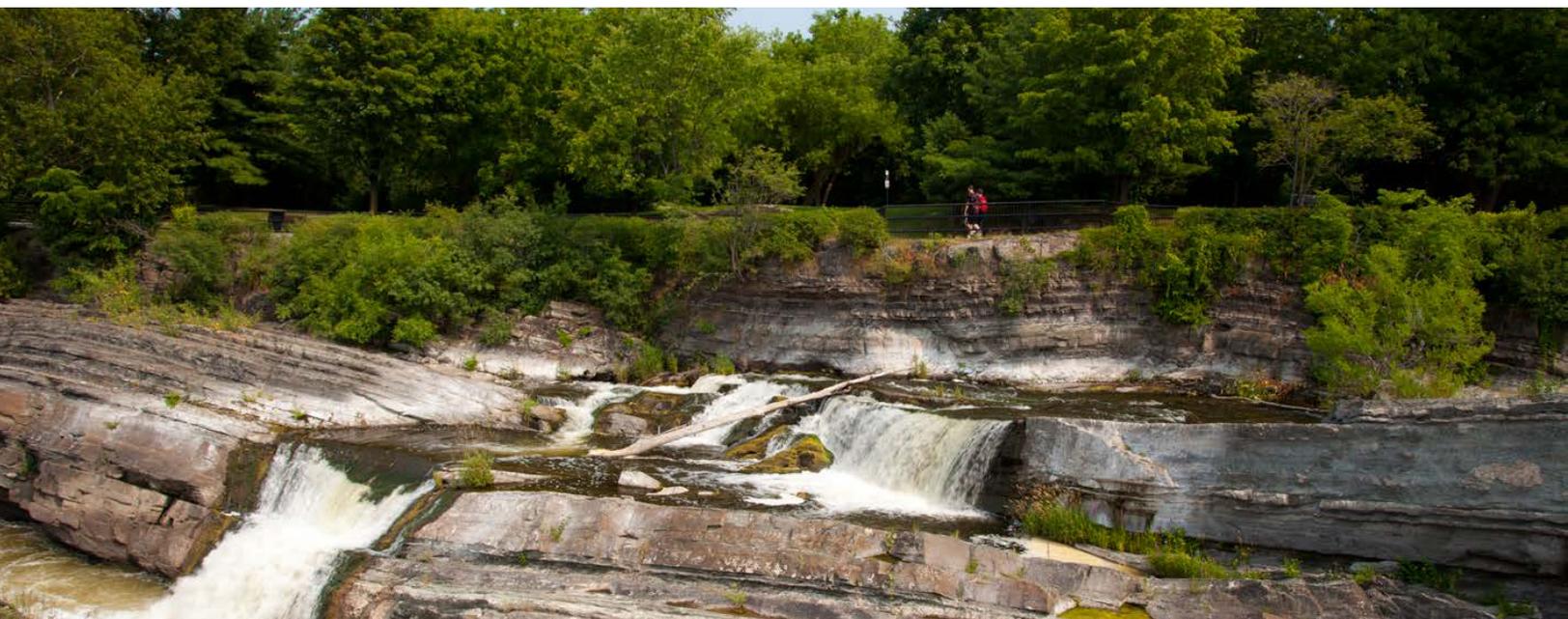
(2014) et donnent une valeur de 10\$/ha/an pour les forêts rurales et 554\$/ha/an pour les forêts urbaines.

La pollinisation est un processus naturel causé par le vent, les insectes et les animaux et qui permet la fertilisation des plantes. La pollinisation est une étape critique de la reproduction sexuée des plantes à fleurs et permet la croissance des plantes et leur évolution. Afin d'estimer la valeur du service fourni par les pollinisateurs, nous avons émis l'hypothèse, en fonction d'une étude par Rands et Whitney (2011), que l'aire d'influence des pollinisateurs est d'un kilomètre autour des terres agricoles de la TVCCN. La méthode du prix de marché a été utilisée afin de déterminer les bénéfices liés à la pollinisation pour la production agricole. Nous avons calculé la valeur du service de pollinisation en se basant sur différentes cultures, leur taille et leur niveau de dépendance vis-à-vis des pollinisateurs pour la croissance des fruits et des légumes. Nous avons divisé la valeur du bénéfice net (c.-à-d. la différence entre les bénéfices tirés du marché et les coûts de production) des cultures à l'intérieur de la zone tampon d'un kilomètre, et dont la croissance était due à la présence des pollinisateurs, par la superficie en culture. Nous n'avons pas pris en considération la valeur du service de pollinisation à l'intérieur de la TVCCN afin d'éviter une double comptabilisation avec la valeur marchande des produits agricoles. La valeur de la pollinisation a été estimée à 31\$/ha/an pour les forêts urbaines et les forêts rurales de la TVCCN.

Les forêts sont souvent utilisées pour exercer des activités récréatives. Le parc de la Gatineau avait été conçu initialement dans le but d'y pratiquer des activités récréatives et culturelles, mais il a maintenant un mandat de conservation plus affirmé. Le Parc contient plusieurs pistes cyclables, ainsi que des sentiers voués à la marche et à l'observation de la nature, au ski de fond, à la raquette et au vélo d'hiver. On y trouve aussi 6 plages, des sites de camping et de canot-camping, de même que des yourtes, des chalets et des tentes 4-saisons disponibles pour héberger les visiteurs. En 2014-2015, la CCN a recueilli 2,7 millions de dollars en frais d'utilisation, ce qui équivaut à 75\$/ha pour la superficie du parc de la Gatineau (CCN, Rapport Annuel 2014-2015: 49). Bien que ce montant ne représente que partiellement la valeur économique totale des services récréatifs fournis par le Parc, nous l'utilisons comme référence pour estimer la valeur des **services récréatifs** du site à l'étude (puisque la plupart des activités disponibles sont gratuites).

L'eau est essentielle à la vie humaine. En 2013, la consommation moyenne d'eau par jour dans la région de la capitale du Canada par personne était de 403 litres, dont la source principale est la rivière des Outaouais. Le bassin versant de la rivière des Outaouais couvre une grande superficie; il couvre six régions administratives du côté québécois, pour une superficie totale

L'eau est essentielle à la vie humaine. En utilisant la base de données pour le transfert des bénéfices, nous avons obtenu une valeur de 340\$/ha/an pour le service d'approvisionnement en eau par les forêts urbaines et 839\$/ha/an par les forêts rurales.





de 146 334 km² en Ontario et au Québec. En utilisant la base de données pour le transfert des bénéfiques, nous avons obtenu une valeur de 340\$/ha/an pour le service **d’approvisionnement** en eau par les forêts urbaines et 839\$/ha/an par les forêts rurales.

La qualité de l’eau est fortement influencée par la pollution diffuse provenant des centres urbains, des terres agricoles et des sites industriels. Un rapport du Ministère du Développement durable, de l’Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (MDELC 2015) mentionne que la qualité de l’eau du bassin versant de la rivière des Outaouais est bonne, en général, bien qu’il y ait des déficiences dans la région de Gatineau-Ottawa, où l’utilisation des sols est caractérisée par une plus grande proportion de terres urbaines et agricoles. La présence de moins d’arbres et d’un couvert forestier moins important augmente le pourcentage de nutriments et de polluants qui se rendent directement dans la rivière. En effet, les forêts ont la capacité de filtrer, d’entreposer et de transformer les polluants afin que ceux-ci deviennent moins nocifs. Selon les données que nous avons collectées et le transfert de bénéfiques, le service de **traitement des polluants** est estimé à 140\$/ha/an pour les forêts urbaines et 318\$/ha/an pour les forêts rurales.

Les arbres et les aires végétalisées se retrouvant en zone urbaine assurent un contrôle des eaux de ruissellement par l’absorption de l’eau, ce qui diminue la proportion des eaux de ruissellement se rendant directement dans les égouts municipaux et les cours d’eau naturels. Certaines sections des réseaux d’égouts des villes de Gatineau et d’Ottawa sont combinées, c’est-à-dire que l’eau de pluie et les eaux usées se retrouvent au même endroit. Lors de pluies abondantes, les eaux contenues dans les systèmes combinés se déversent directement dans la rivière des Outaouais. Cette situation impose un coût environnemental à la rivière en plus d’un coût économique causé par la fermeture des plages en aval, suivant le déversement. Le service de **prévention des perturbations** a été estimé à 5 030\$/ha/an pour les forêts urbaines.

Tel que présenté dans la description du site à l’étude, la TVCCN abrite plusieurs espèces florales et fauniques. **L’habitat favorisant la biodiversité** est un service de soutien des écosystèmes qui influence directement ou indirectement le bien-être des humains. Ce service a été évalué à 2 688\$/ha/an pour les forêts urbaines et à 2 186\$/ha/an pour les forêts rurales, en fonction de 17 différentes estimations monétaires.

Les arbres et les forêts contrôlent l’érosion à l’aide de leurs feuilles et de leur système racinaire. Les feuilles de chaque arbre et la canopée interceptent la pluie et réduisent l’impact des précipitations, ce qui réduit la perturbation des sols. Au niveau des berges, le système

Le processus naturel de chute des feuilles, et plus généralement de décomposition des matières végétales et animales, crée de la matière organique dans la forêt. La matière organique est ensuite décomposée et les minéraux et nutriments qui la composent sont relâchés dans le sol et favorisent la croissance des plantes. Ce processus se nomme le cycle des nutriments et il génère une valeur de 318\$/ha/an pour les forêts rurales.

racinaire retient les sols et empêche une partie de ceux-ci de se retrouver dans les cours d'eau après des précipitations. Les sols perméables peuvent également limiter l'érosion en permettant à l'eau de s'infiltrer dans le sol et de limiter la perturbation des sols. La valeur du service de **contrôle de l'érosion** est de 211\$/ha/an pour les forêts urbaines et de 137\$/ha/an pour les forêts rurales.

Les forêts et les arbres offrent un service de contrôle des espèces nuisibles en prévenant les maladies des plantes et en diminuant l'importance des insectes nuisibles par la cohabitation d'ennemis naturels. Par exemple, le service des forêts des États-Unis (U.S. Forest Service) a déterminé que les oiseaux forestiers offrent un service de contrôle de lutte biologique contre les espèces nuisibles (Wilson 2008). La valeur du service de **contrôle biologique** a été estimée à 42\$/ha/an pour les forêts urbaines et à 28\$/ha/an pour les forêts rurales.

Le processus naturel de chute des feuilles, et plus généralement de décomposition des matières végétales et animales, crée de la matière organique dans la forêt. La matière organique est ensuite décomposée et les minéraux et nutriments qui la composent sont relâchés dans le sol et favorisent la croissance des plantes. Ce processus se nomme le **cycle des nutriments** et il génère une valeur de 318\$/ha/an pour les forêts rurales.

Le Tableau 5 montre les valeurs agrégées pour les forêts urbaines et rurales. Nous avons déterminé que la valeur annuelle par hectare pour les 11 SE évalués est de 9 352\$ pour les forêts urbaines et 4 183\$ pour les forêts rurales. La valeur minimale totale pour les forêts urbaines et rurales est de 11 et 19 millions de dollars par an, respectivement, et la valeur maximale est de 22 et 647 millions de dollars par an. En considérant les valeurs moyennes pour les forêts urbaines et rurales, la valeur totale des SE fournis par les forêts est de **174 millions de dollars par an**. Les services dont les valeurs sont les plus élevées sont l'habitat favorisant la biodiversité et la prévention des événements extrêmes [seulement pour les forêts urbaines]. La valeur moyenne par hectare par an est plus élevée pour les forêts urbaines en raison des valeurs significativement plus élevées par hectare pour les services de qualité de l'air et d'habitat favorisant la biodiversité, en raison de l'isolement des forêts urbaines qui influence leur importance lors de l'apport en SE, et parce qu'il n'y a pas de valeur associée à la prévention des événements extrêmes pour les forêts rurales.

Dans le tableau 5, la valeur de l'écart type est donnée lorsqu'au moins deux études ont été utilisées pour l'évaluation par la méthode du transfert de bénéfices (TB). Cette valeur est influencée par le nombre d'estimations et par leurs valeurs respectives. Lorsque l'on retrouve peu de valeurs et que celles-ci sont très éloignées, l'écart type peut être très élevé.

Les milieux humides incluent les marais, les marécages et les tourbières. Un quart des milieux humides du monde sont au Canada.



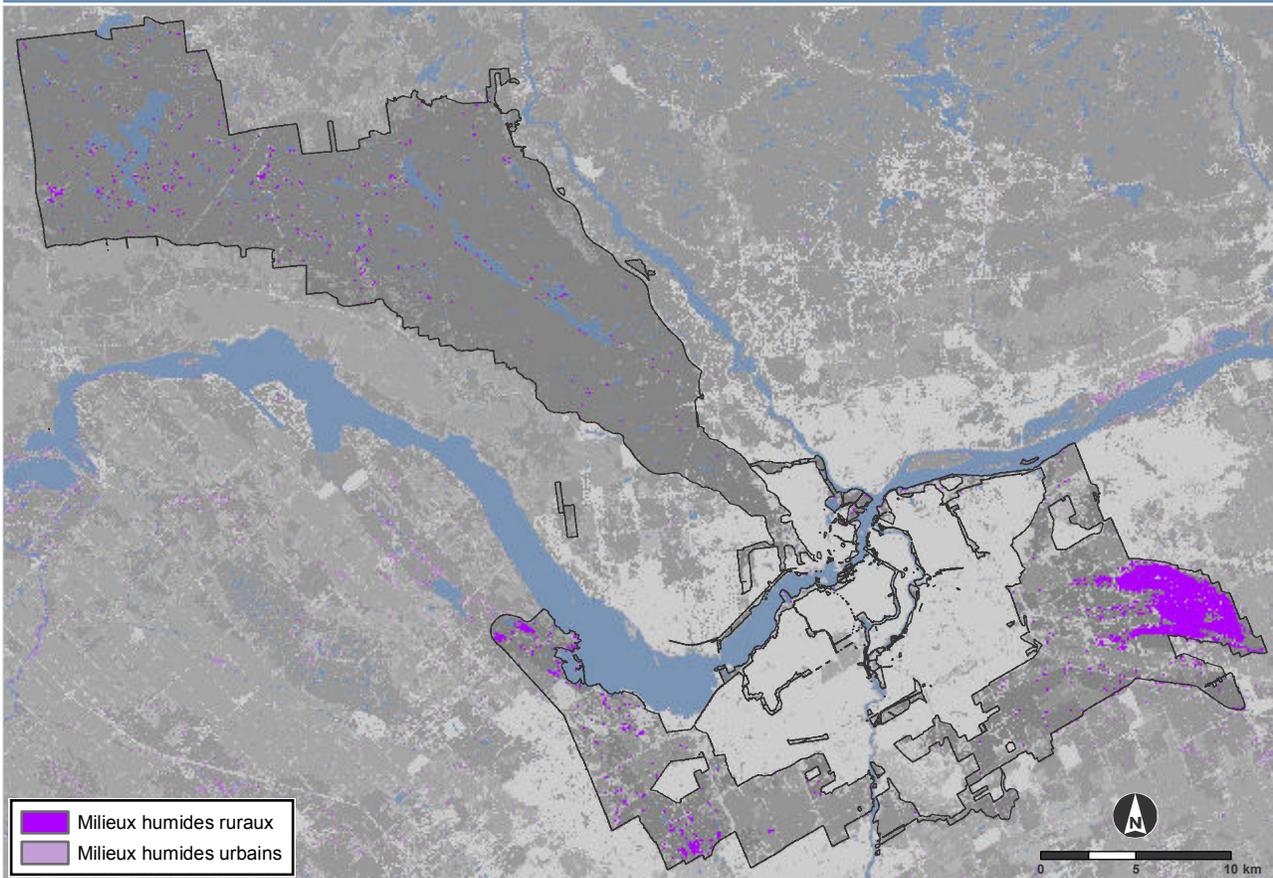
TABLEAU 5. VALEURS NON MARCHANDES PROVENANT DES FORÊTS ET BOISÉS DE LA TRAME VERTE DE LA COMMISSION DE LA CAPITALE NATIONALE.								
Services écosystémiques	Nb valeurs \$ utilisées	Aire totale [ha]	Valeur min	Valeur max	Moyenne	Écart type	Méthode	Valeur totale [\$k/an]
			[\$/ha/an]					
Forêts et Boisés urbains	15	1552	6816	14 333	9352			14 514,3
Régulation du climat global	1		-	-	241	nd	PM	374,0
Qualité de l'air	1		-	-	554	nd	TB	859,8
Approvisionnement eau	3		203	609	340	233	TB	527,7
Traitement des polluants	1		-	-	140	nd	TB	217,3
Contrôle de l'érosion	3		111	396	211	160	TB	327,5
Pollinisation	1		-	-	31	nd	PM	48,1
Habitat favorisant la biodiversité	3		444	7160	2688	3873	TB	4 171,8
Prévention des événements extrêmes	2		4975	5085	5030	78	TB	7 806,6
Contrôle biologique	1		-	-	42	nd	TB	65,2
Cycle des nutriments	-		-	-	-	-	-	-
Activités récréatives	1		-	-	75	nd	PM	116,4
Forêts et Boisés ruraux	36	38 128	521,2	16 991	4183			159 489,4
Régulation du climat global	1		-	-	241	nd	PM	9188,9
Qualité de l'air	1		-	-	10	nd	TB	381,3
Approvisionnement eau	5		123	3053	839	1252	TB	31 989,4
Traitement des polluants	4		26	806	318	344	TB	12 124,7
Contrôle de l'érosion	6		1	536	137	202	TB	5 223,5
Pollinisation	1		-	-	31	nd	PM	1 182,0
Habitat favorisant la biodiversité	14		0.1	11,349	2186	3673	TB	83 347,8
Prévention des événements extrêmes	-		-	-	-	-	-	-
Contrôle biologique	2		14	42	28	20	TB	1067,6
Cycle des nutriments	3		0.1	848	318	462	TN	12 124,7
Activités récréatives	1		-	-	75	nd	PM	2859,6

TB : transfert de bénéfices, CR : coût de remplacement ; PM : prix de marché

5.4 Milieux humides

Les milieux humides sont essentiels dans le paysage canadien, car ils offrent un éventail de services écosystémiques. Les milieux humides incluent les marais, les marécages et les tourbières. Un quart des milieux humides du monde sont au Canada. Malgré leur importance, les milieux humides sont menacés par les activités humaines telles que l'étalement urbain, le drainage de l'eau pour l'agriculture et les activités commerciales. En 2005, le rapport de l'Évaluation des Écosystèmes pour le Millénaire (*Millenium Ecosystem Assessment MEA*) a rapporté que 80 à 98% des milieux humides situés près des centres urbains importants avaient disparu, et ce, à travers le globe. Au Canada, l'organisme Canards Illimités estime que 70% des milieux humides ont disparu ou ont été dégradés dans les régions habitées au pays. Le ministère ontarien des Ressources naturelles a identifié 14 000 hectares de milieux humides importants dans la grande région d'Ottawa; six milieux humides sont des complexes essentiels, soit Mer Bleue, Leitrim, Marécage Rocailleux, la

FIGURE 5. MILIEUX HUMIDES DE LA TRAME VERTE DE LA COMMISSION DE LA CAPITALE NATIONALE



La figure 5 montre la distribution des milieux humides de la TVCCN. Le plus notable est Mer Bleue, le réseau de milieux humides situé à l'est de la région qui représente la majorité des milieux humides de la TVCCN.



Baie Shirleys, Lac Mud et l'île Petrie (Ville d'Ottawa). Du côté québécois de la région de la capitale du Canada, 8 104 ha de milieux humides ont été recensés par Canards Illimités en 2007 dans les Collines-de-l'Outaouais et dans la ville de Gatineau. Le travail est toujours en cours afin de répertorier tous les milieux humides de la région (Canards Illimités, <http://maps.ducks.ca/cwi/>)

Les milieux humides représentent 4,5% du territoire de la TVCCN. Deux aires protégées se trouvent dans les limites de la Ceinture de verdure : Mer Bleue et Marécage Rocailleux. Mer Bleue est une tourbière âgée de 7 700 ans. La superficie de sa zone de conservation couvre 3 500 hectares. Mer Bleue représente un écosystème nordique, atypique de la région de la vallée d'Ottawa. Ce milieu humide est considérable pour la régulation du climat et la recherche scientifique, en plus d'être un habitat favorisant la biodiversité. Marécage Rocailleux est un complexe de marais, de forêts et de barrages de castors; il est également important pour la recherche scientifique et la biodiversité. De plus, il offre plusieurs opportunités récréatives. Le parc de la Gatineau a également un réseau de tourbières et de milieux humides. En plus des SE mentionnés précédemment, les milieux humides offrent des services de séquestration et de stockage du carbone, de filtration et d'approvisionnement d'eau, de traitement des polluants, de recharge des eaux souterraines, d'habitat favorisant la biodiversité et de récréation. La figure 5 montre la distribution des milieux humides de la TVCCN. Le plus notable est Mer Bleue, le réseau de milieux humides situé à l'est de la région qui représente la majorité des milieux humides de la TVCCN.

Afin d'effectuer l'évaluation économique des milieux humides, nous avons utilisé la méthode de la méta-analyse basée sur l'analyse spatiale. Pour ce faire, nous avons analysé le type de

couverture et d'usage des sols pour chaque sous-région de 50 km². Ce faisant, la valeur de chaque milieu humide est représentative de l'environnement urbain et agricole dans un rayon de dix kilomètres.

L'évaluation économique de quatre SE fournis par les milieux humides par la méthode de la méta-analyse avec transfert de bénéfices intègre différents critères, incluant la taille et le type de milieu humide, le PIB par habitant et la composition de la couverture des sols aux abords des milieux humides. Après avoir effectué une analyse spatiale pour chaque milieu humide, nous avons obtenu une valeur de 21 461\$/ha/an pour le service **d'habitats pour la biodiversité**, 15 893\$/ha/an pour le **traitement des polluants** et 20 766\$/ha/an pour le service de **prévention des évènements extrêmes**. Aucune valeur n'a été trouvée pour les services marchands, puisqu'il n'y a pas d'activités commerciales dans les milieux humides de la TVCCN.

La valeur élevée de ces services peut être attribuée à plusieurs facteurs économiques et environnementaux. Tout d'abord, le modèle statistique que nous avons utilisé combine la valeur économique des milieux humides à leur abondance et leur importance au niveau écologique dans le paysage. De ce fait, plus les milieux humides sont rares et entourés par des terres urbaines et agricoles dans un milieu donné, plus leur rôle écologique est essentiel afin de fournir des SE. Ensuite, au niveau socio-économique, le modèle utilisé pour la méta-analyse indique que la valeur des services fournis par les milieux humides dépend de la richesse relative de la population. Par exemple, le service de protection contre les inondations aura une plus grande valeur dans un territoire où les infrastructures et les maisons auront une plus grande valeur et où la taille de la population est plus grande. Puisque le PIB par habitant dans la RCN est relativement élevé, la valeur des milieux humides se voit donc augmentée. En bref, la rareté des milieux humides, leur emplacement géographique, la démographie et l'économie régionale expliquent la valeur élevée de ces services.

Les milieux humides sont d'importants puits de carbone. Dans une publication récente, Garneau et Van Bellen (2016) ont estimé la quantité de carbone entreposé dans les tourbières à travers le Québec. Nous avons utilisé ces valeurs afin d'estimer la quantité de carbone entreposé dans les milieux humides de la TVCCN. En utilisant les valeurs de trois régions représentatives du réseau de milieux humides de la TVCCN (c.-à-d. Plaine d'Ottawa, Dépression de Mont-Laurier, Massif du Mont-Tremblant), nous avons calculé une moyenne de 1 468 tonnes de carbone par hectare. En utilisant la valeur du CSC (43\$/tonne de CO₂), une annualisation de 50 ans et un taux d'actualisation de 3%, nous avons obtenu une valeur de 1 057\$/ha/an pour le stock de carbone.

L'estimation de la séquestration du carbone est basée sur le taux trouvé pour les milieux humides de Mer Bleue, soit 0,7 tC/ha/an (Lafleur et coll. 2001), ce qui donne une valeur économique de 111\$/ha/an. En combinant ces deux valeurs, nous obtenons une valeur de 1 168\$/ha/an pour le service de **régulation du climat**.

En utilisant la base de données pour le transfert de bénéfices, une valeur de 31\$/ha/an a également été obtenue pour **l'approvisionnement en eau**.

En ce qui concerne le service de **récréation**, nous avons utilisé la valeur de l'analyse du parc de la Gatineau (voir la section 5.3), soit 75\$/ha/an.

Le tableau 6 présente un sommaire des valeurs obtenues pour les milieux humides et la figure 6 montre la distribution des milieux humides en fonction de leur valeur. Les milieux humides isolés ont une valeur plus élevée, puisque leur rôle de fournisseur de SE est plus important dans les endroits où ceux-ci sont rares.

Les services d'habitat favorisant la biodiversité, de prévention des évènements extrêmes et de purification de l'eau (c.-à-d. traitement des polluants) ont les valeurs les plus élevées (plus de 15 000\$/ha/an). Les six services évalués ont une valeur combinée de 59 394\$/ha/an, pour un total de 146 millions de dollars par an. En raison de l'utilisation de la méthode de méta-analyse, il y a très peu de variances dans les valeurs calculées. Ces valeurs significatives démontrent la contribution importante



Les services d'habitat favorisant la biodiversité, de prévention des évènements extrêmes et de purification de l'eau (c.-à-d. traitement des polluants) ont les valeurs les plus élevées (plus de 15 000\$/ha/an).

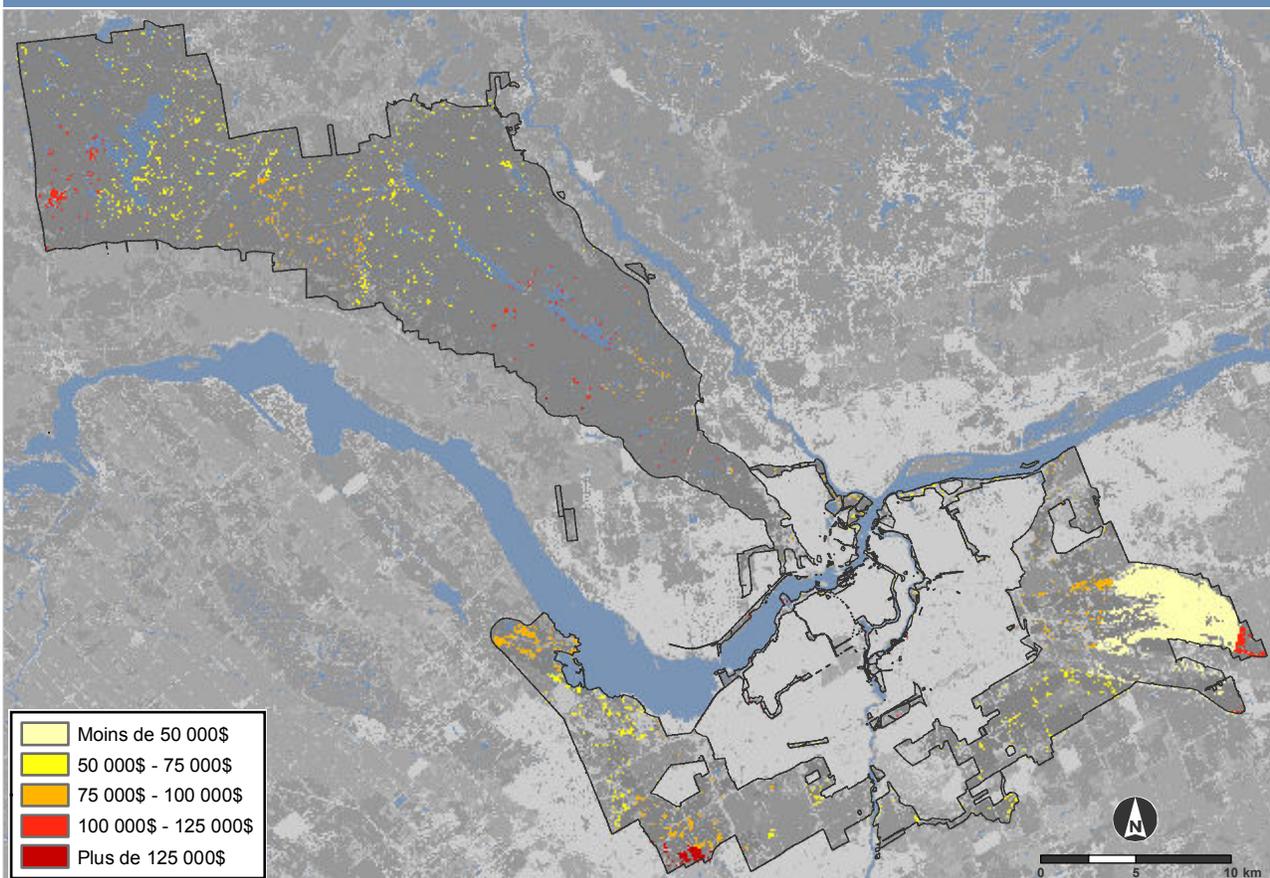
des milieux humides à la qualité de vie et à la sécurité des communautés régionales. Tel que revu dans *The Economics of Ecosystems and Biodiversity* (TEEB 2013), le maintien et la restauration des milieux humides mènent souvent à des économies en comparaison avec des solutions construites.

TABEAU 6. VALEURS NON MARCHANDES FOURNIES PAR LES MILIEUX HUMIDES DE LA TRAME VERTE DE LA COMMISSION DE LA CAPITALE NATIONALE

Services écosystémiques	Nb valeurs \$ estimées	Aire totale (ha)	Valeur min. (\$/ha/an)	Valeur max. (\$/ha/an)	Moyenne (\$/ha/an)	Écart type (\$/ha/an)	Méthode	Valeur totale (\$k/an)
Milieux humides urbains et ruraux	7	2453	59 371	59 417	59 394			145 693,5
Régulation du climat global	1		-	-	1168	nd	CR	2865,1
Approvisionnement eau	2		8	54	31	33	TB	76,0
Traitement des polluants	1		-	-	15 893	nd	TB	38 985,5
Habitat favorisant la biodiversité	1		-	-	21 461	nd	TB	52 643,8
Prévention des événements extrêmes	1		-	-	20 766	nd	TB	50 939,0
Activités récréatives	1		-	-	75	nd	PM	184,0

TB : transfert de bénéfices; CR : coût de remplacement; PM : prix de marché

FIGURE 6. VALEUR ÉCONOMIQUE DES MILIEUX HUMIDES DE LA TRAME VERTE DE LA COMMISSION DE LA CAPITALE NATIONALE (VALEURS EXPRIMÉES EN \$/HA/AN)



5.5 Milieux agricoles

L'agriculture occupe une place importante dans la région en fournissant des emplois, des retombées économiques et des produits locaux. Les terres agricoles représentent 10% des terres gérées par la CCN. Les principales cultures cultivées dans la Ceinture de verdure sont le soya, le maïs et l'orge. Des fruits, des légumes et des fines herbes y sont également produits; les visiteurs peuvent acheter ces produits directement à la ferme ou aux différents marchés fermiers à travers la ville.

Il existe également plusieurs fermes équestres offrant des activités récréatives intéressantes dans la Ceinture de verdure. La figure 7 démontre l'emplacement des terres agricoles et la distribution des types de cultures dans la région à l'étude.

Il existe une grande variété de cultures produites dans la Ceinture de verdure. Afin de déterminer le bénéfice net de chaque type de **production agricole** (\$/ha/an), nous avons utilisé la méthode du prix de marché. Ce calcul a été effectué en mesurant la différence entre le bénéfice brut (la valeur marchande de la vente des produits agricoles) et les coûts de production. Ces coûts incluent le coût du travail (salaires), des machines et des différents intrants nécessaires à la production agricole. Le bénéfice net a été calculé pour l'orge, l'avoine, le blé, le maïs, le soya, les haricots séchés, les petits fruits (c.-à-d. fraises) et les autres céréales. Leur valeur varie entre 304\$ et 16 925\$ par hectare par an. Nous avons utilisé les données de la Financière Agricole du Québec (FADQ), de la CRAAQ et du Ministère de l'Agriculture, de



L'agriculture occupe une place importante dans la région en fournissant des emplois, des retombées économiques et des produits locaux.

FIGURE 7. TERRES AGRICOLES DANS LA TRAME VERTE DE LA COMMISSION DE LA CAPITALE NATIONALE

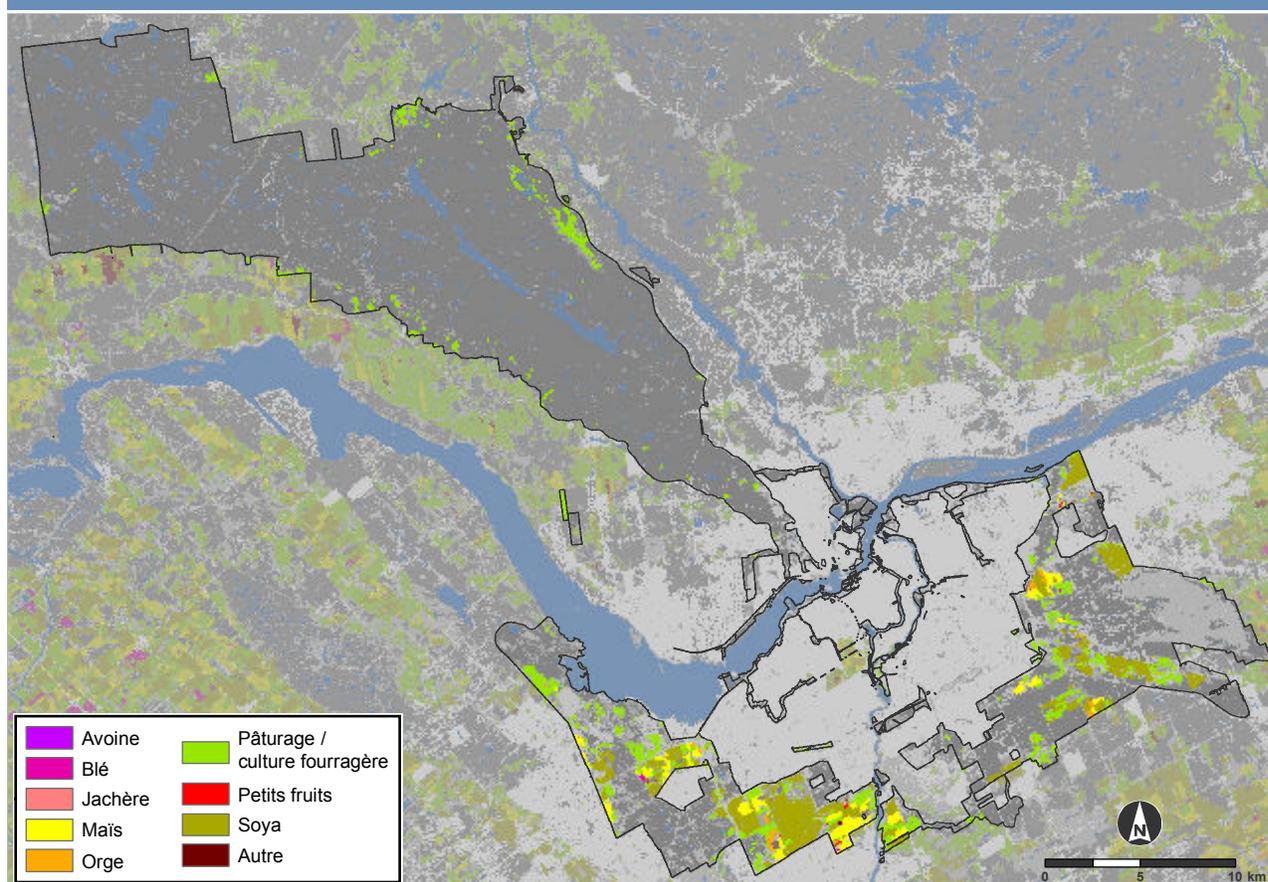


TABLEAU 7. VALEURS MARCHANDES FOURNIES PAR LES TERRES AGRICOLES DANS LA TRAME VERTE DE LA COMMISSION DE LA CAPITALE NATIONALE

	Bénéfices (\$/ha/an)	Coûts de production (\$/ha/an)	Bénéfice net (\$/ha/an)	Aire (ha)	Valeur totale (k\$/an)
Cultures				3306	3037,0
Orge	1462	962	500	104	52,0
Haricots	1479	1175	304	3	1,0
Baies	29 837	12 912	16 925	17	287,7
Maïs	3057	1913	1144	769	879,7
Friche	-	-	-	1	-
Avoine	1413	902	511	3	1,5
Soya	1859	1104	755	2362	1783,3
Blé	1885	1206	679	20	13,6
Autres grains	-	-	674	27	18,2

Sources: FADQ, 2013; CRAAQ, 2011, 2014; OMAFRA, 2014; CCN.

l'Alimentation et des Affaires rurales de l'Ontario. La valeur totale du bénéfice net de la production agricole a été évaluée à une moyenne de 919\$/ha/an (3 millions de dollars par an). La valeur par culture est présentée dans le tableau 7.

Complémentaire à l'agriculture, l'agrotourisme est une activité récréotouristique qui a lieu sur une ferme. Cette activité met en relation les producteurs agricoles et les touristes, leur permettant de découvrir l'environnement agricole, l'agriculture et les produits agricoles par un contact avec les fermiers. L'agrotourisme encourage de plus étroites relations entre les citoyens et le monde agricole. Puisqu'il n'existe pas de données spécifiques sur l'agrotourisme pour le site à l'étude, nous avons utilisé une valeur tirée de Dupras et Alam (2015) qui estime la valeur du service de récréation à 88\$/ha/an (basé sur le revenu tiré de l'agrotourisme de 66 entreprises agricoles de la région du grand Montréal).

Pour mesurer la valeur des autres SE non marchands, nous avons utilisé la base de données et identifié des valeurs pour les services de **contrôle de l'érosion** (106\$/ha/an), de **cycle des nutriments** (174\$/ha/an) et d'**esthétique** du paysage (76\$/ha/an). Bien que les milieux agricoles soient, dans certains cas, en mesure de fournir plusieurs autres types de SE, la grande variabilité des cultures et les pratiques agricoles ne permettent pas d'identifier des valeurs qui soient uniformes et transférables à tous les types de cultures. Prenons à titre d'exemple la **régulation du climat** : les terres agricoles ont le potentiel de stocker du carbone dans les sols et elles ont la capacité d'assimiler le carbone par les plantes. Les cultures demeurant au sol à chaque année, par exemple les vergers, ont une plus grande capacité de capturer et de stocker le carbone, puisqu'il y a moins de perturbation des sols et moins de décomposition en surface (Wilson 2008). Les émissions de gaz à effet de serre provenant du milieu agricole comptent pour 10% du total des émissions au Canada (AAC 2015). Puisque les activités agricoles peuvent être à la fois des sources et des puits pour le CO₂, le NO₂ et le CH₄, nous avons décidé de ne pas calculer de valeur pour le secteur agricole.

Le tableau 8 présente un sommaire des valeurs associées aux milieux agricoles. Au niveau des services d'approvisionnement, la valeur de la production alimentaire s'élève à 3,04 millions de \$/an. Pour les services de régulation, les deux SE identifiés représentent 0,92 million de \$/an. Les terres agricoles offrent aussi des avantages intangibles sous la forme de services culturels. Ces services comprennent les valeurs esthétiques et de récréotourisme et ont une valeur combinée de 0,54

Les cultures demeurant au sol à chaque année, par exemple les vergers, ont une plus grande capacité de capturer et de stocker le carbone, puisqu'il y a moins de perturbation des sols et moins de décomposition en surface.



Bien que les milieux agricoles soient, dans certains cas, en mesure de fournir plusieurs autres types de SE, la grande variabilité des cultures et les pratiques agricoles ne permettent pas d'identifier des valeurs qui soient uniformes et transférables à tous les types de cultures.

TABLEAU 8. VALEURS MARCHANDES ET NON MARCHANDES FOURNIES PAR LES TERRES AGRICOLES DE LA TRAME VERTE DE LA COMMISSION DE LA CAPITALE NATIONALE

Services écosystémiques	Nb valeurs \$ utilisées	Aire totale (ha)	Valeur min (\$/ha/an)	Valeur max (\$/ha/an)	Moyenne (\$/ha/an)	Écart type (\$/ha/an)	Méthode	Valeur totale (\$k/an)
Terres cultivées (Récolte annuelle)	7	3306	1192	1494	1363			4506,1
Production alimentaire	1		-	-	919	nd	PM	3038,2
Contrôle de l'érosion	1		-	-	106	nd	TB	350,4
Cycle des nutriments	3		58	190	174	68	TB	575,2
Esthétisme	6		21	191	76	64	TB	251,3
Activités récréatives	1		-	-	88	nd	TB	291,0

TB : transfert de bénéfices ; PM : prix de marché

million \$/an. La valeur minimale totale que nous avons trouvée est 4 millions de dollars, alors que la valeur maximale totale est de 5 millions de dollars. Finalement, lorsque nous prenons en considération la valeur moyenne, la valeur totale des SE produits par les milieux agricoles est donc de **4,51 millions de \$ par année**, soit une valeur moyenne de 1 363\$/ha/an.

5.6 Prairies et pâturages

Les prairies et pâturages fournissent des services écosystémiques importants, de même qu'un habitat pour un nombre important d'espèces (Tilman et coll. 2001; MEA 2005). Les terres cultivées répondent à des besoins matériels immédiats, mais, en présentant une mosaïque d'habitats diversifiés, les pâturages sont importants pour le bien-être immatériel des humains. Ils fournissent une grande diversité de SE tels que le contrôle biologique, la pollinisation, le cycle des nutriments et la production directe et indirecte de cultures (Tilman et coll. 2001). Dans cette optique, les effets positifs de l'agriculture non intensive par la présence de pâturages, par exemple, demeurent importants pour la conservation et la gestion d'habitats favorisant la biodiversité.

Pour évaluer la valeur marchande des **produits agricoles** provenant des prairies et cultures fourragères, nous avons procédé de façon similaire à l'étude des milieux agricoles. Ainsi, nous avons calculé une rente économique, soit la différence entre les revenus tirés de la vente de foin et les coûts de la production de celui-ci. La valeur obtenue est de 116\$/ha/an (Tableau 9).

En matière de contrôle de l'érosion, les prairies et pâturages maintiennent les sols en place et aident à réduire l'érosion causée par le vent et l'eau de ruissellement.

	Bénéfices [\$/ha/an]	Coût de production [\$/ha/an]	Bénéfice net [\$/ha/an]	Aire (ha)	Valeur totale (k\$/an)
Pâturages / Terres fourragères	629	513	116	2320	269,1

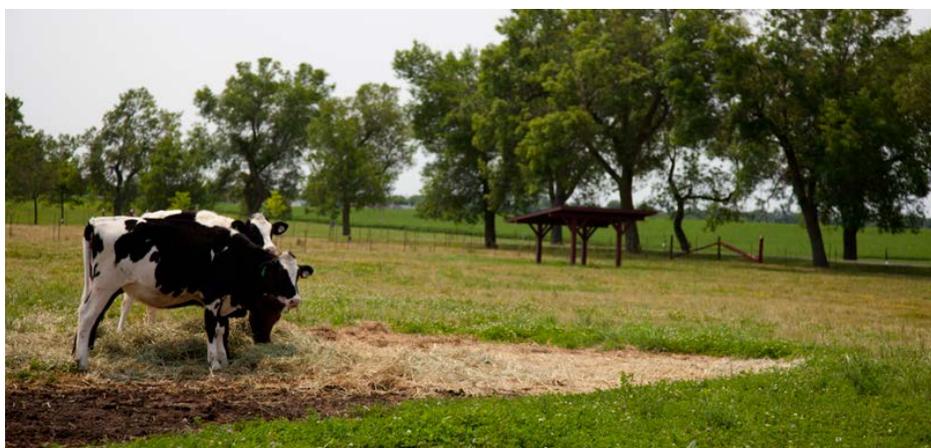
En ce qui concerne la **régulation du climat**, Smith et coll. (2001) ont estimé que les prairies et cultures fourragères contiennent en moyenne 105 tonnes de carbone par hectare. En annualisant la valeur de ce stock sur 20 ans avec un taux d'actualisation de 3% et en utilisant une valeur de 43\$/tonne, nous obtenons une valeur de 76\$/ha/an. Au niveau de la séquestration annuelle, Klumpp et coll. (2011) ont mesuré un taux de séquestration annuel de 2,17 tonnes de C/ha, ce qui équivaut à une valeur annuelle de 342\$/ha/an. La valeur combinée du stockage et de la séquestration de carbone équivaut donc à une valeur annuelle de 418\$/ha.

Pour les services de **récréation** et de **pollinisation**, nous avons utilisé la méthode basée sur les prix de marché décrite à la section 5.3. Nous avons obtenu des valeurs respectives de 75\$/ha/an et de 31\$/ha/an.

En matière de **contrôle de l'érosion**, les prairies et pâturages maintiennent les sols en place et aident à réduire l'érosion causée par le vent et l'eau de ruissellement. En utilisant la base de données pour le transfert de bénéfices, nous avons trouvé trois études qui ont calculé la valeur économique de ces types de sols et dont la moyenne est de 109\$/ha/an. La même base de données a été utilisée pour estimer la valeur de quatre services additionnels : l'habitat favorisant la biodiversité, le contrôle biologique, le cycle des nutriments et l'esthétisme des paysages.

L'habitat favorisant la biodiversité fait partie de la catégorie des services de soutien. Ce service a la plus grande valeur monétaire dans ce type d'utilisation des sols, soit 2 324\$/ha/an. Les prairies et les pâturages sont reconnus comme étant des écosystèmes riches en espèces végétales, qui en retour soutiennent une diversité d'espèces d'oiseaux, de reptiles, d'amphibiens et de mammifères, dont plusieurs espèces en péril (Tilman et coll. 2001).

La capacité des prairies et des pâturages de fournir un service de **contrôle biologique** est due en partie à la grande biodiversité qui influence le contrôle biologique par la présence de plusieurs ennemis naturels. Ce service a une valeur économique estimée à 42\$/ha/an.



Le **cycle des nutriments** est un service fourni par plusieurs écosystèmes, incluant les prairies et les pâturages. Il comprend la décomposition de la matière organique, la filtration et l'absorption des minéraux et des nutriments dans le sol et la formation d'une couche organique. Ces minéraux et nutriments sont absorbés par les plantes qui captent le dioxyde de carbone et produisent de l'oxygène. Le cycle se termine lorsque les plantes sont mangées par les animaux ou se décomposent. Selon notre analyse de transfert des bénéfices, ce service a une valeur de 147\$/ha/an.

La beauté du paysage est une valeur culturelle essentielle et sa valeur économique varie en fonction du type de paysage et des gens qui lui donnent une valeur. La valeur économique de l'**esthétisme** est donc souvent estimée par le biais de sondages. Dans ce cas, nous avons utilisé le transfert des bénéfices et avons obtenu une valeur de 76\$/ha/an pour le service d'esthétisme du paysage.

Comme présenté dans le tableau 10, la valeur annuelle par hectare des prairies et pâturages est de 3 338\$ avec peu de variances, pour un total de 8 millions de \$/an.

La beauté du paysage est une valeur culturelle essentielle et sa valeur économique varie en fonction du type de paysage et des gens qui lui donnent une valeur.

TABLEAU 10. VALEURS MARCHANDES ET NON MARCHANDES DES PRAIRIES ET PÂTURAGES DE LA TRAME VERTE DE LA COMMISSION DE LA CAPITALE NATIONALE

Services écosystémiques	Nb valeurs \$ utilisées	Aire totale (ha)	Valeur min (\$/ha/an)	Valeur max (\$/ha/an)	Moyenne (\$/ha/an)	Écart type (\$/ha/an)	Méthode	Valeur totale (\$k/an)
Prairies et pâturages	14	2320	3235	3537	3338			7744,2
Produits agricoles	1		-	-	116	Nd	PM	269,1
Régulation du climat global	-		-	-	418	-	CR	969,8
Contrôle de l'érosion	3		61	193	109	73	TB	252,9
Pollinisation	1		-	-	31	nd	PM	71,9
Habitat favorisant la biodiversité	1		-	-	2324	nd	TB	5391,7
Contrôle biologique	1		-	-	42	nd	TB	97,4
Cycle des nutriments	1		-	-	147	nd	TB	341,0
Esthétisme	6		21	191	76	64	TB	176,3
Activités récréatives	1		-	-	75	nd	PM	174,0

TB : transfert de bénéfices; CR : coût de remplacement; PM : prix de marché

5.7 Milieux aquatiques

Dans le contexte de cette étude, les milieux aquatiques représentent les lacs, les ruisseaux et deux rivières, soit la rivière Rideau et la rivière La Pêche. La rivière Rideau traverse la Ceinture de verdure et la rivière La Pêche traverse le parc de la Gatineau; toutes deux font partie du bassin versant de la rivière des Outaouais, mais appartiennent à deux sous-bassins versants différents. Les milieux aquatiques représentent 5% de l'aire totale à l'étude (Figure 8).

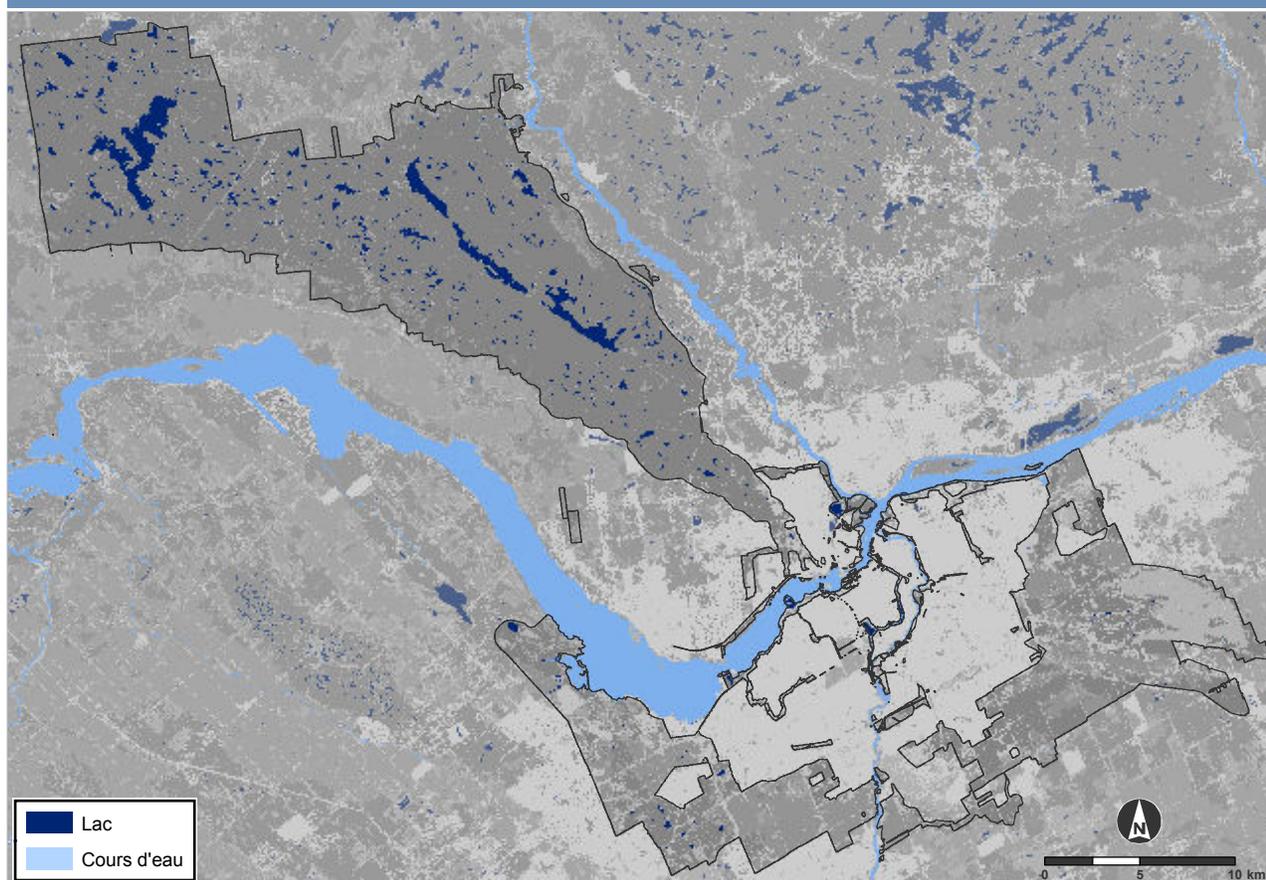
Les environnements aquatiques sont des habitats essentiels à la biodiversité. Ils permettent un approvisionnement en eau, en nourriture et traitent les polluants.

Il existe peu d'études qui s'attardent à l'évaluation économique des systèmes d'eau douce, bien que les relations biophysiques entre les SE de ces systèmes aient été étudiées en profondeur (Mueller et coll. 2016). La plupart des études se concentrent sur l'évaluation hédonique de la valeur de commodité associée aux propriétés privées situées en bordure de lacs. Ces valeurs ne sont pas utiles et pourraient même être redondantes dans le contexte où la CCN est propriétaire de la majorité des terrains et qu'il s'agit d'une société de la couronne. De plus, la valeur culturelle des milieux aquatiques a déjà été intégrée dans le calcul de la valeur récréative des forêts. Nous avons donc utilisé la valeur trouvée pour le parc de la Gatineau (75\$/ha/an) pour évaluer le service de **récréation** associée aux milieux aquatiques.

La valeur d'autres SE pertinents a été déterminée en utilisant l'approche de transfert des bénéfices mesurés pour la Trame bleue de la grande région de Montréal (Poder et coll. 2015).

Les environnements aquatiques sont des habitats essentiels à la biodiversité. Ils permettent un approvisionnement en eau, en nourriture et traitent les polluants.

FIGURE 8. MILIEUX AQUATIQUES DE LA TRAME VERTE DE LA COMMISSION DE LA CAPITALE NATIONALE



Dans cette étude, les auteurs utilisent la méthode des préférences exprimées (c.-à-d. évaluation de contingence) afin de mesurer la volonté à payer de la population québécoise pour améliorer la qualité de l'eau dans la Ceinture de verdure de Montréal. En se basant sur trois projets, présentement en cours, de restauration des zones riveraines et des systèmes d'eau sur l'île de Montréal et sur les rives nord et sud, les auteurs ont trouvé des valeurs économiques relatives à l'amélioration de l'habitat favorisant la biodiversité, le traitement des polluants et l'esthétisme.

Afin de déterminer la valeur des milieux aquatiques de la TVCCN, nous considérons que ces indicateurs représentent la volonté à payer des citoyens pour éviter la détérioration de l'environnement aquatique. L'identification de valeurs cohérentes avec la taille de la population de la région nous a mené à multiplier la valeur associée à la volonté à payer par ménage par le nombre de ménages de la région, puis à diviser le tout par la superficie totale des milieux aquatiques de la région métropolitaine de Gatineau-Ottawa (voir le Tableau 11 pour plus de détails). La valeur totale obtenue a été annualisée sur une période de 20 ans à un taux d'actualisation de 3%. Nous avons donc obtenu une valeur de 10\$/ha/an pour **l'habitat favorisant la biodiversité**, 48\$/ha/an pour le **traitement des polluants** et 4\$/ha/an pour **l'esthétisme**. Les systèmes d'eau douce offrent un habitat pour les poissons et les plantes en plus de fournir de la nourriture pour plusieurs espèces. Ce sont des outils indispensables pour la biodiversité. Ces systèmes fournissent également des services de traitement des polluants par la dilution ou par la dégradation des polluants à l'aide des plantes aquatiques. La valeur esthétique est liée à la beauté et à l'appréciation esthétique des milieux aquatiques.



Les systèmes d'eau douce offrent un habitat pour les poissons et les plantes en plus de fournir de la nourriture pour plusieurs espèces. Ce sont des outils indispensables pour la biodiversité.

TABLEAU 11. VALEURS POUR LES TROIS SERVICES ÉCOSYSTÉMIQUES DÉRIVÉES DES ÉCOSYSTÈMES DE LA TRAME BLEUE DE MONTRÉAL

Services écosystémiques	VAP pour la Trame bleue de Montréal (\$/ménage)	Nb de ménages dans la région d'Ottawa/Gatineau	Superficie du réseau aquatique dans la région d'Ottawa/Gatineau (ha)	Valeur pour les services de la TVCCN (\$/ha/an)
Habitat favorisant la biodiversité	25	340 515	24 897	10
Traitement des polluants	218	340 515	24 897	48
Esthétisme	10	340 515	24 897	4

VAP = Volonté à payer

Le tableau 12 présente, la valeur agrégée pour les systèmes d'eau douce est de 137\$/ha/an, pour une valeur annuelle totale de 0,225 million de \$/an.

TABLEAU 12. VALEURS MARCHANDES ET NON MARCHANDES FOURNIES PAR LES MILIEUX AQUATIQUES DE LA TRAME VERTE DE LA COMMISSION DE LA CAPITALE NATIONALE

Services écosystémiques	Nb valeurs \$ utilisées	Aire totale (ha)	Valeur min (\$/ha/an)	Valeur max (\$/ha/an)	Moyenne (\$/ha/an)	Écart type (\$/ha/an)	Méthode	Valeur totale (\$k/an)
Systèmes aquatiques	5	1643	137	137	137			225,1
Habitat favorisant la biodiversité	1		-	-	10	nd	TB	16,4
Traitement des polluants	1		-	-	48	nd	TB	78,9
Esthétisme	1		-	-	4	nd	TB	6,6
Activités récréatives	1		-	-	75	nd	PM	123,2

TB : transfert de bénéfices; PM : prix de marché

5.8 Valeur économique totale

Le tableau 13 présente un sommaire des valeurs estimées pour les SE de chacun des écosystèmes étudiés en dollars par hectare par an. Les milieux humides présentent la plus grande valeur avec 59 394\$/ha/an pour six SE. Les forêts urbaines, les forêts rurales et les prairies et pâturages suivent avec des SE dont les valeurs sont respectivement de 9352\$/ha/an, 4183\$/ha/an et 3338\$/ha/an. Finalement, les milieux agricoles et les milieux aquatiques fournissent des services dont la valeur est de 1363\$/ha/an et 137\$/ha/an.

Le tableau 14 présente les valeurs totales par SE et par type d'écosystème. Le service fourni ayant la plus grande valeur est l'habitat favorisant la biodiversité (145 millions de \$/an), suivi par la prévention des événements extrêmes (59 millions de \$/an) et par le traitement des polluants (51 millions de \$/an).

Malgré le fait que les milieux humides ont une valeur plus importante pour les SE par hectare, la valeur la plus élevée par type d'écosystème est générée par les forêts rurales avec une valeur de 159 millions de dollars par an. Les milieux humides suivent avec 146 millions de dollars par an, ensuite viennent les forêts urbaines avec 15 millions de dollars par an, les prairies et pâturages avec 8 millions de dollars par an, les terres agricoles avec 4,5 millions de dollars par an et enfin les milieux aquatiques avec 0,2 million de dollars par an.

La valeur économique totale calculée pour tous les SE est de **332 millions de dollars** par an. En considérant les valeurs minimales et maximales pour chaque écosystème (voir Tableau 15), cette valeur varie entre 188 et 829 millions de dollars par an.

Les valeurs présentées dans les tableaux précédents sont exprimées annuellement. Si l'on considère les flux annuels de SE produits par les écosystèmes de la TVCCN comme un produit

La valeur économique totale calculée pour tous les SE est de 332 millions de dollars par an. En considérant les valeurs minimales et maximales pour chaque écosystème (voir Tableau 15), cette valeur varie entre 188 et 829 millions de dollars par an.

TABLEAU 13. VALEURS PAR HECTARE DE CHAQUE ÉCOSYSTÈME ÉTUDIÉ (\$/HA/AN)

Services écosystémiques	Forêts urbaines	Forêts rurales	Milieux humides	Terres agricoles	Prairies et pâturages	Milieux aquatiques
Produits agricoles	-		-	919	116	-
Régulation du climat global	241	241	1168	-	418	-
Qualité de l'air	554	10	-	-	-	-
Approvisionnement eau	340	839	31	-	-	-
Traitement des polluants	140	318	15 893	-	-	48
Contrôle de l'érosion	211	137	-	106	109	-
Pollinisation	31	31	-	-	31	-
Habitat favorisant la biodiversité	2688	2186	21 461	-	2324	10
Prévention des événements extrêmes	5030	-	20 766	-	-	-
Contrôle biologique	42	28	-	-	42	-
Cycle des nutriments	-	318	-	174	147	-
Esthétisme	-	75	-	76	76	4
Activités récréatives	75	75	75	88	75	75
TOTAL	9352	4183	59 394	1363	3338	137



du capital naturel, nous pouvons transposer ces valeurs annuelles en une valeur totale. Pour ce faire, nous considérons que la valeur de la TVCCN est la somme de 20 ans de fluctuations annuelles actualisées à un taux de 3%, ce qui nous permet de calculer une valeur de **5,037 milliards de dollars**. La figure 9 présente géographiquement la distribution des valeurs des SE de la TVCCN.

Cette estimation monétaire doit être considérée à la lumière de limites méthodologiques inhérentes à l'approche retenue dans cette étude. Les incertitudes qui doivent être prises en considération tiennent à la fois à la méthodologie du transfert de bénéfices et aux données disponibles. Dans un premier temps, le transfert de bénéfices suppose que les valeurs qui sont transférées d'un site de départ vers un site cible remplissent toutes les conditions écologiques et socio-économiques pouvant justifier un tel transfert. Bien que des précautions aient été prises, il n'en demeure pas moins que cette démarche ne doit pas être considérée comme une science exacte. Dans un deuxième temps, les efforts de recherche et les études publiées dans la littérature scientifique sont inégaux relativement aux écosystèmes étudiés. Par exemple, les données sur les forêts et les milieux humides sont plus abondantes que celles sur les autres écosystèmes que nous avons étudiés, comme les terres agricoles et les milieux aquatiques. Il en résulte que les estimations fournies pour chaque écosystème n'ont pas la même précision.

En effet, il est important de retenir que les valeurs trouvées sont une estimation de la valeur des écosystèmes pour certains services et qu'à ce titre, elles doivent être considérées à la fois comme un ordre de grandeur monétaire plutôt qu'une mesure exacte. Conséquemment, les résultats de cette étude doivent être mis en perspective et être considérés comme une première estimation de la valeur du capital naturel de la TVCCN.

PHOTO COURTOISIE TOM ALFÖLDI

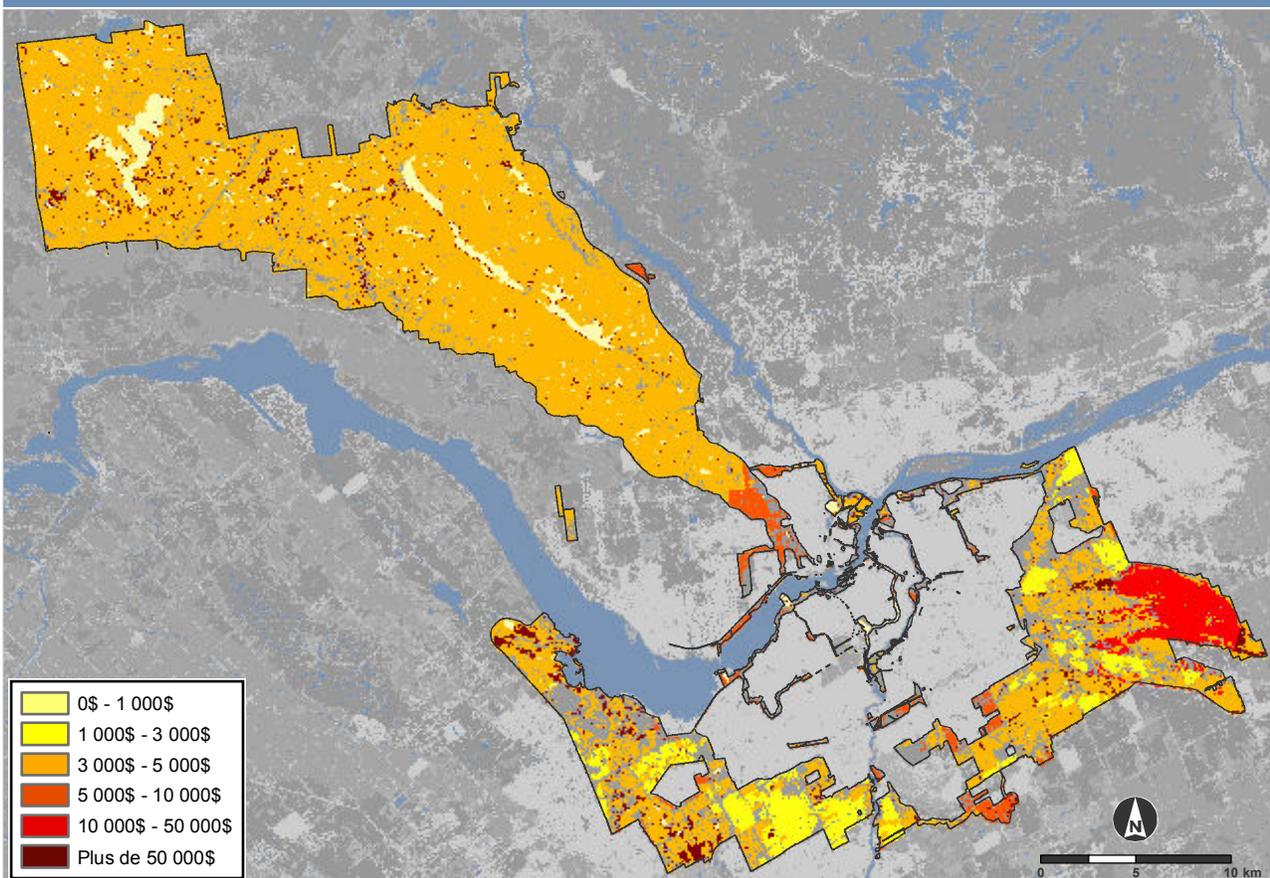
TABLEAU 14. VALEURS TOTALES DES ÉCOSYSTÈMES ÉTUDIÉS (VALEURS EXPRIMÉES EN K\$/AN)							
Services écosystémiques	Forêts urbaines	Forêts rurales	Milieux humides	Terres agricoles	Prairies et pâturages	Milieux aquatiques	Total
Produits agricoles	-	-	-	3038,2	269,1	-	3307,3
Régulation du climat global	374,0	9188,9	2865,1	-	969,8	-	13 397,7
Qualité de l'air	859,8	381,3	-	-	-	-	1241,1
Approvisionnement eau	527,7	31 989,4	76,0	-	-	-	32 593,1
Traitement des polluants	217,3	12 124,7	38 985,5	-	-	78,9	51 406,4
Contrôle de l'érosion	327,5	5 223,5	-	350,4	252,9	-	6154,3
Pollinisation	48,1	1 182,0	-	-	71,9	-	1302,0
Habitat favorisant la biodiversité	4 171,8	83 347,8	52 643,8	-	5391,7	16,4	145 571,5
Prévention des événements extrêmes	7 806,6	-	50 939,0	-	-	-	58 745,6
Contrôle biologique	65,2	1067,6	-	-	97,4	-	1230,2
Cycle des nutriments	-	12 124,7	-	575,2	341,0	-	13 040,9
Esthétisme	-	-	-	251,3	176,3	6,6	434,2
Récréation	116,4	2859,6	184,0	291,0	174,0	123,2	3748,2
TOTAL	14 514,3	159 489,4	145 693,5	4506,1	7744,2	225,1	332 172,6

En effet, il est important de retenir que les valeurs trouvées sont une estimation de la valeur des écosystèmes pour certains services et qu'à ce titre, elles doivent être considérées à la fois comme un ordre de grandeur monétaire plutôt qu'une mesure exacte. Conséquemment, les résultats de cette étude doivent être mis en perspective et être considérés comme une première estimation de la valeur du capital naturel de la TVCCN.

TABLEAU 15. VALEURS TOTALES MINIMALES, MOYENNES ET MAXIMALES PAR ÉCOSYSTÈME ÉTUDIÉ

Écosystèmes	Valeur minimale (M\$/an)	Valeur moyenne (M\$/an)	Valeur maximale (M\$/an)
Forêts Urbaines	10,6	14,5	22,2
Forêts Rurales	19,9	159,5	647,8
Milieus humides	145,6	145,7	145,8
Terres agricoles	3,9	4,5	4,9
Prairies et pâturages	7,5	7,7	8,2
Milieus aquatiques	0,2	0,2	0,2
TOTAL	187,8	332,2	829,2

FIGURE 9. VALEUR DES SERVICES ÉCOSYSTÉMIQUES DE LA TRAME VERTE DE LA COMMISSION DE LA CAPITALE NATIONALE (VALEURS EXPRIMÉES EN \$/HA/AN)





Conclusion

LA TRAME VERTE de la région de la capitale du Canada gérée par la Commission de la capitale nationale, soit la Ceinture de verdure, le parc de la Gatineau et un ensemble de terrains urbains, couvre une superficie totale de plus de 55 000 hectares composés à 72% de forêts et de boisés, à 10% de terres agricoles, à 8% de bâti urbain et à près de 10% de milieux humides et aquatiques.

La TVCCN fournit une diversité de SE ayant une portée sur le bien-être des résidents de la région métropolitaine d'Ottawa-Gatineau. Tel que décrit dans cette étude, les forêts, les terres agricoles, les milieux humides, les prairies et pâturages et les milieux aquatiques fournissent des services dont la valeur minimale est de 332 millions de dollars par an, d'une valeur moyenne de 6 026 dollars par hectare par année, pour une valeur actuelle nette de plus de 5 milliards de dollars. Une grande partie de la valeur s'explique par des SE non marchands comme les habitats favorisant la biodiversité, le traitement des polluants, la prévention d'évènements extrêmes et le contrôle du climat global.

Des pressions majeures de nature environnementale et humaine affectent l'intégrité de la TVCCN. Celles-ci sont principalement liées aux activités humaines (p. ex. tourisme, construction de routes et de bâtiments) et à des changements globaux (p. ex. changements climatiques, espèces envahissantes).

Le caractère intrinsèque de la région de la capitale nationale est sans contredit la présence des espaces verts. À elle seule, la CCN a l'intendance de 55 000 ha de terrains et de plans d'eau qui assurent la biodiversité et améliorent grandement la qualité de vie dans la région. Bien que plusieurs reconnaissent et apprécient déjà certains des avantages immatériels de ce précieux capital naturel, c'est la première fois qu'une étude permet de quantifier en termes monétaires la vaste gamme de services qu'il offre. La CCN espère que cette étude renforcera les capacités des planificateurs régionaux et des décideurs afin que les générations à venir puissent elles aussi profiter de ces services rendus par la nature dans la région de la capitale nationale.

Bien que plusieurs reconnaissent et apprécient déjà certains des avantages immatériels de ce précieux capital naturel, c'est la première fois qu'une étude permet de quantifier en termes monétaires la vaste gamme de services qu'il offre.

PHOTO COURTOISIE JANA KRIZ

Références

- Agriculture et Agroalimentaire Canada (2015).
Gaz à effet de serre. <http://www.agr.gc.ca/fra/science-et-innovation/pratiques-agricoles/climat/gaz-a-effet-de-serre/?id=1329321969842>
- Anielski, M., Wilson, S. (2005) Counting Canada's Natural Capital: Assessing the Real Value of Canada's Boreal Ecosystems. Canadian Boreal Initiative, Ottawa.
- Bateman, I.J., Mace, G.M., Fezzi, C., Atkinson, G., Turner, K. (2011) Economic Analysis for Ecosystem Service Assessments. *Environmental Resource Economics* 48, 177–218.
- Boyd, J., Banzhaf, S. (2007) What are ecosystem services ? The need for standardized environmental accounting units. *Ecological Economics*, 63(2-3), 616-626.
- Breuste, J., Haase, D., and Elmqvist, T. (2013). Urban Landscapes and Ecosystem Services, in *Ecosystem Services in Agricultural and Urban Landscapes*, Edited by Steve Wratten, Harpinder Sandhu, Ross Cullen and Robert Costanza, Wiley-Blackwell, pp.83-104.
- Brown, M., and Rispoli, L. (2014). Metropolitan Gross Domestic Product: Experimental Estimates, 2001 to 2009. *Economic Insights*, no. 042, November 2014, Statistics Canada, Catalogue no. 11-626-X no.042, 8 pages.
- Centre d'Analyse Stratégique (2009) Approche économique de la biodiversité et des services liés aux écosystèmes. Rapports et documents du Centre d'Analyse Stratégique, Paris.
- Ciriacy-Wantrup, S.V. (1952) *Resource Conservation : Economics and Policies*. University of California Press, Berkeley.
- City of Ottawa (a). *Geography*. <http://ottawa.ca/en/residents/arts-culture-and-community/museums-and-heritage/billings-family-virtual-exhibit-0-1>
- City of Ottawa (b). *Species at risk*. <http://ottawa.ca/en/residents/water-and-environment/plants-and-animals/species-risk>
- City of Ottawa (c). *Ottawa's Natural Lands*. <http://ottawa.ca/en/city-hall/planning-and-development/official-and-master-plans/greenspace-master-plan/2-identifying/22>
- Costanza, R., d'Arge, R., de Groot, R., Farberk, S., Grasso, M., Hannon, B., Limburg, K., Naeem, S., O'Neill, R.V., Paruelo, J., Raskin, R.G., Suttonk, P., van den Belt, M. (1997) The value of the world's ecosystem services and natural capital. *Nature* 387, 253-260.
- Daily, G. (ed.) (1997) *Nature's Services: Societal Dependence on Natural Ecosystems*. Washington, DC: Island Press.
- Daily, G.C., Polasky, S., Goldstein, J., Kareiva, P.M., Mooney, H.A., Pejchar, L., Ricketts, T.H., Salzman, J., and Shallenberger, R. (2009) Ecosystem services in decision making: time to deliver, *Front Ecol Environ*, 7(1), p.21-28.
- De Groot, R.S., Wilson, M.A., Boumas, R.M.J. (2002) A typology for the classification, description and valuation of the ecosystems goods, services and functions. *Ecological Economics* 41 (3), 393-408.
- Del Degan, Massé (2010). *Plan de conservation du parc de la Gatineau*. <http://www.ccn-ncc.gc.ca/sites/default/files/pubs/plan-conservation-ecosystemes-parc-Gatineau-resume-fev-2010.pdf>
- Ducks Unlimited (2007). *Portrait des milieux humides — Région administrative de l'Outaouais (07)*, mars. Slides 27, 35. http://www.canards.ca/assets/2012/07a/PRCMH_R07_OUTA_2007_portrait_cartes.pdf
- Dupras, J., Alam, M. J. Revéret. (2015) Economic Value of Greater Montreal's Non-Market Ecosystem Services in a Land Use Management and Planning Perspective. *The Canadian Geographer/ Le géographe canadien*. 59 (1) : 93-106.
- Dupras, J., Alam, M. (2015) Urban Sprawling and Ecosystem Services: A Half-Century Perspective in the Montreal Region (Quebec, Canada). *Journal of Environmental Policy and Planning* 17(2) : 180-200.

- Dupras, J., Michaud, C., Charron, I., Revéret, J.P. (2013). Le capital écologique du Grand Montréal : une évaluation économique de la biodiversité et des écosystèmes de la Ceinture verte. Fondation David Suzuki.
- Environment and Climate Change Canada (2016). Technical Update to Environment and Climate Change Canada's Social Cost of Greenhouse Gas Estimates. <http://ec.gc.ca/cc/BE705779-0495-4C53-BC29-6A055C7542B7/Technical%20Update%20to%20Environment%20and%20Climate%20Change%20Canadas%20Social%20Cost%20of%20Greenhouse%20Gas%20Estimates.pdf>
- Fabos, J., Ryan, R.L. (2004) International greenway planning: An introduction, *Landscape and Urban Planning*, 68 (2–3), pp. 143–146.
- Gomez-Baggethun, E. and Barton, D.N. (2013). Classifying and valuing ecosystem services for urban planning. *Ecological Economics*, 86, pp. 235-245.
- Gómez-Baggethun, E., Gren, A., N. Barton, D., Langemeyer, J., McPhearson, T., O'Farrell, P., Andersson, E., Hamstead, Z., Kremer, P. (2013) Urban ecosystem services. In T. Elmqvist M. Fragkias, et al. (Eds.), *Cities and biodiversity outlook: Urbanization, biodiversity and ecosystem services: Challenges and opportunities* (175–251). Netherlands: Springer.
- Gordon, D., and Scott, R. (2008) Ottawa's Greenbelt Evolves from Urban Separator to Key Ecological Planning Component, in *Urban Green Belts in the Twenty-first Century*, Edited by Marco Amati, Ashgate, pp.129-147.
- Guerry, A.D. Polasky, S., Lubchenco, J., Chaplin-Kramer, R., Daily, G.C., Griffin, R., Ruckelshaus, M., Bateman, I.J., Duraiappah, A., Elmqvist, T., Feldman, M.W., Folke, C., Hoekstra, J., Kareiva, P.M., Keeler, B.L., Li, S., McKenzie, E., Ouyang, Z., Reyers, B., Ricketts, T.H., Rockström, J., Tallis, H. and Vira, B. (2015) Natural capital and ecosystem services informing decisions: From promise to practice, *PNAS*, 112 (24), June 16, 2015, pp. 7348-7355.
- Haines-Young, R., Potschin, M. (2008) England's terrestrial ecosystem services and the rationale for an ecosystem approach. DEFRA, www.ecosystemservices.org.uk
- He, J., Moffette, F., Fournier, R., Revéret, J.P., Théau, J., Dupras, J., Boyer, J.P., Varin, M. (2015) Meta-Analysis for the Transfer of Economic Benefits of Ecosystem Services Provided by Wetlands within Two Watersheds in Quebec, Canada. *Wetland Ecology and Management* 23 (4) : 707-725.
- He, J., Dupras, J., Poder, T. (2016) The value of Wetlands in Quebec : a comparison between contingent valuation and choice experiment. *Journal of Environmental Economics and Policy*. DOI : 10.1080/21606544.2016.1199976.
- Hirabayashi, S. (2014) i-Tree Canopy Air Pollutant Removal and Monetary Value Model Descriptions. https://www.itreetools.org/canopy/resources/i-Tree_Canopy_Air_Pollutant_Removal_and_Monetary_Value_Model_Descriptions.pdf
- Kenny, A., Elgie, S., Sawyer, D. (2011) Advancing the Economics of Ecosystems and Biodiversity in Canada: A Survey of Economic Instruments for the Conservation & Protection of Biodiversity. Environment Canada, Ottawa.
- Klumpp, K., Tallec, T., Guix, N., Soussana, J. F. (2011). Long-term impacts of agricultural practices and climatic variability on carbon storage in a permanent pasture. *Global Change Biology*, 17, 3534–3545.
- Kurz, W. A., M.J. Apps (1999). A 70-year retrospective analysis of carbon fluxes in the Canadian forest sector. *Ecological Applications*, 9(2):526–547.
- Lafleur, P.M., Roulet, N.T., Admiral, S. (2001) The annual cycle of CO₂ exchange at a boreal bog peatland. *J. Geophys. Research*, 106: 3071-3081.
- Lantz, V., Boxall, P., Kennedy, M., Wilson, J. (2013) The valuation of wetland conservation in an urban/peri urban watershed. *Regional Environmental Change* 13 (5), 939-953.
- Laurans, Y., Rankovic, A., Billé, R., Pirard, R., Mermet, L. (2013) Use of ecosystem services economic valuation for decision making: Questioning a literature blindspot, *Journal of Environmental Management*, 119, pp. 208-219.
- Millennium Ecosystem Assessment (2005) *Ecosystems and Human Well-being: Synthesis*. Island Press, Washington.

- Ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques. (2015) Portrait sommaire du bassin versant de la rivière des Outaouais. 51 pages. [En ligne]. <http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/eau/bassinversant/bassins/outaouais/portrait-sommaire.pdf> [page consultée le 11/04/2016].
- Mueller, H., Hamilton, D.O., Doole, G.J. (2016) Evaluating services and damage costs of degradation of a major lake ecosystem, *Ecosystem Services*. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ecoser.2016.02.037>
- National Capital Commission (NCC) (2005). Plan Directeur du parc de la Gatineau. <http://www.ccn-ncc.gc.ca/sites/default/files/pubs/CCN-parc-de-la-gatineau-plan-directeur-2005.pdf>
- National Capital Commission (NCC) (2013). Greenbelt Master Plan. <http://www.ncc-ccn.gc.ca/sites/default/files/pubs/final-2013-greenbelt-master-plan-en.pdf>
- National Capital Commission (NCC) (2016). Report on Gatineau Park Ecosystems. Gatineau Park. 24 pages.
- National Capital Commission (NCC) (nd). 2014-2015 Annual Report, p.49. http://www.ncc-ccn.gc.ca/sites/default/files/pubs/annualreport_2014-15_e_web_144dpi.pdf
- National Capital Commission (NCC) (nd). NCC, Mandate. <http://www.ncc-ccn.gc.ca/about-ncc/mandate-organization>
- Nowak, D., Crane, D.E., Stevens, J.C. (2006) Air pollution removal by urban trees and shrubs in the United States. *Urban Forestry & Urban Greening* 4 11, 5-123.
- Pattison, J., Boxall, P.C., Adamowicz, W.L. (2011) The Economic Benefits of Wetland Retention and Restoration in Manitoba. *Canadian Journal of Agricultural Economics/Revue canadienne d'agroéconomie* 59 (2), 223-244.
- Pauly, D., Zeller, D. (2016) Catch reconstructions reveal that global marine fisheries catches are higher than reported and declining. *Nat. Commun.* 7:10244 doi: 10.1038/ncomms10244
- Poder, T., He, J., Dupras, J., Ndefo, F. (2015) La valeur économique de la Ceinture et la trame bleue du Grand Montréal. Rapport préparé pour la Fondation David Suzuki.
- Rands, S.A., Withney, H.M. (2011) Field Margins, Foraging Distances and Their Impacts on Nesting Pollinator Success. *PlosOne*, 6(10): e25971.
- Samuelson, P.A. (1954) The Pure Theory of Public Expenditure *The Review of Economics and Statistics*, Vol. 36, No. 4 : 387-389.
- Sandhu, H., Wratten, S. (2013) Ecosystem Services in Farmland and Cities, in *Ecosystem Services in Agricultural and Urban Landscapes*, Edited by Steve Wratten, Harpinder Sandhu, Ross Cullen and Robert Costanza, Wiley-Blackwell, pp. 1-15.
- Statistics Canada (2012) Ottawa - Gatineau, Ontario (Code 505) and Ontario (Code 35) (table). Census Profile. 2011 Census. Statistics Canada Catalogue no. 98-316-XWE. Ottawa. <http://www12.statcan.gc.ca/census-recensement/2011/dp-pd/prof/index.cfm?Lang=E>
- Statistics Canada (2013) Ottawa - Gatineau, CMA, Ontario (Code 505) (table). National Household Survey (NHS) Profile. 2011 National Household Survey. Statistics Canada Catalogue no. 99-004-XWE. Ottawa. <http://www12.statcan.gc.ca/nhs-enm/2011/dp-pd/prof/index.cfm?Lang=E>
- Smith, W.N., Desjardins, R.L., Grant, B. (2001) Estimated changes in soil carbon associated with agricultural practices in Canada. *Canadian Journal of Soil Science*. 81:221-227.
- Taylor, J., Paine, C., Fitzgibbon, J. (1995) From Greenbelt to Greenways: Four Canadian case studies, *Landscape and Urban Planning*, 33, pp. 47–64.
- TD Economics (2014a) Urban forests: The value of trees in the City of Toronto. <https://www.td.com/document/PDF/economics/special/UrbanForests.pdf>
- TD Economics (2014b) The value of urban forests in cities across Canada. <https://www.td.com/document/PDF/economics/special/UrbanForestsInCanadianCities.pdf>
- TEEB – The Economics of Ecosystems & Biodiversity. Ecosystem Services (2010) <http://www.teebweb.org/resources/ecosystem-services/>
- Tilman, D., Reich, P.B., Knops, J., Wedin, D., Mielce, T., Lehman, C. (2001) Diversity and productivity in a long-term grassland experiment. *Science* 294, 843-845.
- Troy, A., Wilson, M.A. (2006) Mapping ecosystem services: practical challenges and opportunities in linking GIS and value transfer. *Ecological Economics* 60, 435-449.
- Wilson, S. (2008) Ontario's Wealth, Canada's Future: Appreciating the Value of the Greenbelt's Eco-Services. David Suzuki Foundation, 62 pages.



COMMISSION DE LA CAPITALE NATIONALE NATIONAL CAPITAL COMMISSION

La Commission de la capitale nationale (CCN) est la société d'État fédérale qui veille à ce que la capitale du Canada soit une source dynamique et inspirante de fierté pour tous les Canadiens et un legs aux générations à venir. En tirant profit de plus d'un siècle d'expérience, la CCN donne une valeur unique à la région de la capitale en remplissant trois rôles précis : planificatrice à long terme des terrains fédéraux, intendante principale des lieux publics d'importance nationale et partenaire créative engagée envers l'excellence en matière d'aménagement et de conservation.

ccn-ncc.gc.ca/



Fondation David Suzuki

Nous travaillons avec les gouvernements, les entreprises et les citoyens pour protéger notre environnement par l'éducation, la science et le plaidoyer, afin de catalyser les changements nécessaires pour vivre en équilibre avec la nature. Notre mission est de protéger la diversité de la nature et de notre qualité de vie, maintenant et pour l'avenir.

david Suzuki.org/fr/