

Mesurer et cartographier les SE des arbres de rue montréalais

15<sup>e</sup> Colloque de la Relève VRM

Rachel Pilon

Maîtrise

Département d'études urbaines

UQÀM et INRS-UCS

Thi-Thanh-Hièn Pham (dir., UQÀM) et Philippe Apparicio (codir., INRS-UCS)

pilon.rachel@courrier.uqam.ca

**Problématique :** En 2010, nous avons franchi le cap de la majorité de la population vivant en milieu urbain. Cette croissance n'est pas sur le point de s'arrêter selon l'Organisation mondiale de la santé (OMS) qui prévoit une augmentation de 10% d'ici 2030 et de 20% pour 2050 (OMS, 2010). Combinées aux changements climatiques, les problématiques environnementales actuelles sont d'autant plus préoccupantes. Il est question des îlots de chaleurs, du manque de biodiversité, de l'érosion, du ruissellement, de la qualité de l'eau, de l'accès à l'eau potable et aux aliments ainsi que des pollutions atmosphérique et sonore (Sæbø et al., 2017; Levrel et al., 2016-7; Preston et Raudsepp-Hearne, 2017).

Il est démontré que les arbres pourraient diminuer des problématiques environnementales du milieu urbain, en régulant le climat, le ruissellement, l'érosion, la qualité de l'air et de l'eau en plus d'approvisionnant en eau potable et en aliments ou en favorisant leur production du moins (Millennium ecosystem assessment, 2003; Preston et Raudsepp-Hearne, 2017). Aussi, leur propre biodiversité (diversité génétique) réduit la présence d'organismes nuisibles à toutes les espèces vivantes soit pour les arbres eux-mêmes, les végétaux, les animaux et les Hommes. On compte aussi des bénéfices sanitaires, sociaux et économiques pour l'Homme en lien avec la santé mentale et physique, le sentiment d'appartenance, la criminalité et l'attractivité des espaces urbains (Preston et Raudsepp-Hearne, 2017; Locke et al., 2010; Frank, Engelke et Schmid, 2003).

Ces bénéfices rendus par la nature en général ou par les arbres plus particulièrement sont appelés les services écologiques (SE). L'usage de ce concept est grandissant dans les politiques publiques nationales et internationales suite au rapport de l'*Évaluation des écosystèmes pour le millénaire* de l'ONU en 2001 (Millennium ecosystem assessment, 2003). Connaître les SE serait important pour mieux planifier la plantation d'arbres afin d'augmenter les SE dans des zones en besoin tant du point de vue environnemental que social. Il peut s'agir, par exemple, des zones sujettes aux inondations ou aux pollutions ou, encore, des secteurs à revitaliser comme cela a été montré pour quelques villes américaines (Locke et al., 2010; Morani et al., 2011)

Dans cette étude, nous posons les deux questions de recherche suivantes en lien avec les SE des arbres urbains à Montréal : 1) Quelle est la quantité et la variation spatiale des services écologiques des arbres de rue à Montréal en tonnes d'eau filtrée, d'air dépollué et d'oxygène produites ainsi qu'en part des rayons ultraviolets (UV) interceptés ? 2) Quelle est l'ampleur des disparités des services écologiques fournis par les arbres publics pour les quatre groupes suivants : les enfants (<15 ans), les aînés (65 ans et plus), ménages à faible revenu et les minorités visibles ?

**Cadre conceptuel** : Nous nous basons sur deux concepts clés pour cadrer cette étude, soit les SE et l'équité environnementale. Les SE se divisent en quatre grandes catégories : les services d'approvisionnement, les services de régulation, les services culturels et les services de soutien. Comme services d'approvisionnement et de régulation, nous avons retenu la production d'oxygène et de composés organiques volatils totale, la déposition et la séquestration du carbone, le retrait du CO, NO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub>, PM<sub>2.5</sub>, et SO<sub>2</sub> (kg/an/ha), le potentiel d'évapotranspiration ainsi que la réduction du ruissellement (m<sup>3</sup>/an/ha), de l'index

d'UV dans l'ombre des arbres (%) et de l'index d'UV moyen (%). Nous considérons l'indice de canopée comme un service culturel et de soutien à l'habitat.

Quant à *l'équité environnementale*, notre étude s'attarde à la présence et l'accès aux commodités environnementales comme les parcs, les aires protégées, les ressources naturelles ou les SE. Contrairement à l'égalité, l'équité prône un accès adapté aux besoins plutôt qu'un accès qu'égalitaire. Il y a iniquité environnementale lorsque certains groupes de population résident dans des secteurs de leur ville moins pourvus en termes de commodités environnementales. Les groupes souvent considérés dans les études antérieures sont ceux ayant une vulnérabilité physique (les enfants et aînés) et ceux défavorisés socioéconomiquement (les ménages à faible revenu et les minorités visibles). L'usage des deux concepts nous permet de comprendre la variation des SE à travers la ville, mais aussi à travers les groupes de population.

**Méthodologie :** La zone à l'étude couvre 15 des 19 arrondissements de la ville de Montréal actuelle<sup>1</sup>. Le choix du territoire étudié se limite à la base de données de l'inventaire des arbres publics de Montréal (2013).

Dans un premier temps, nous avons calculé les SE en utilisant le logiciel *i-Tree Eco v6*. Les données comprennent la présence d'obstacles, les coordonnées géographiques et le diamètre à la hauteur du buste (DHB) des arbres de rue (publics), la carte d'utilisation du sol (2016) de la ville de Montréal ainsi que les données météorologiques et de pollution atmosphérique (2010). Les SE rendus par les arbres de rue ont été calculés pour chaque secteur de recensement.

Dans un second temps, l'évaluation de l'équité environnementale a nécessité les données du recensement de la population de Statistique Canada (2016). Nous avons calculé les corrélations entre la part des quatre groupes de population vulnérable et les SE produits par le premier volet. Une

---

<sup>1</sup> En excluant Anjou, L'Île-Bizard–Sainte-Geneviève, Montréal-Nord et Outremont.

cartographie des zones problématiques soit les secteurs de recensement ayant un fort pourcentage de population vulnérable et peu de SE, a été produite.

**Résultats** : Grâce à l'essence et aux DBH des arbres inventoriés, le logiciel *i-Tree Eco v6* estime que la canopée des arbres de rue couvre 2,65 % du territoire d'étude. L'ensemble des arbres de rue réduirait, ainsi, en moyenne, de 28 % l'index d'UV dans l'ombre des arbres et de 4 % l'index d'UV moyen. Les arbres de rue entraveraient le ruissellement de 75 703 m<sup>3</sup> d'eau et permettraient l'évapotranspiration de 1 623 998 m<sup>3</sup> d'eau supplémentaires. Concernant la qualité de l'air, de l'eau et du sol, 379 kg carbone (C), 446 kg de monoxyde de carbone (CO), 4 722 kg de dioxyde d'azote (NO<sub>2</sub>), 5 126 kg d'ozone (O<sub>3</sub>), 1 336 kg de particules fines d'origines anthropiques (PM<sub>2,5</sub>) et 1 432 kg de dioxyde de soufre (SO<sub>2</sub>) sont séquestrés de l'atmosphère par an par les arbres de rue montréalais. De plus, ils produisent 1 010 kg d'oxygène (O<sub>2</sub>) et 4 207 kg de COVs par année par hectare.

Les SE ne sont pas distribués de façon égale à travers le territoire d'étude (Figure 1). La distribution des SE présente des agrégats de faibles SE, en majeure partie, dans les arrondissements Lachine, Pierrefond–Roxboro et Ville-Marie ainsi que dans les quartiers Bout-de-l'Île et Rivière-des-Prairies.

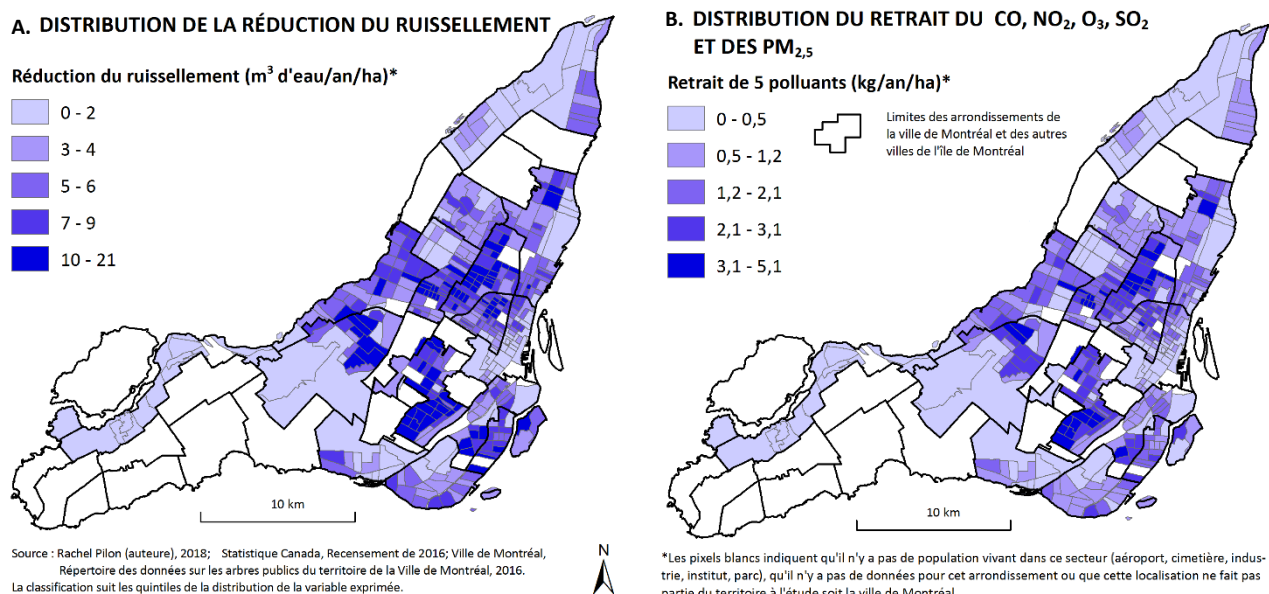


Figure 1. Distributions de la réduction du ruissellement puis du retrait du CO, NO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub>, SO<sub>2</sub> et des PM<sub>2,5</sub> par les arbres de rue

D'ailleurs, les SE sont significativement corrélés négativement avec trois des groupes cibles, soient les minorités visibles, les ménages à faible revenu et les aînés (Tableau 1). Cela suggère une iniquité environnementale.

Tableau 1. Corrélations entre les services écologiques et la part des populations vulnérables

	0-14 ans	0-19 ans	≥ 65 ans	Mesure F.R.	Seuil F.R.	M.V.
<b>Canopée (%)</b>	0,06	0,00	-0,12*	-0,16***	-0,13**	-0,24***
Réduction des <b>UV dans l'ombre des arbres (%)</b>	0,07	0,01	-0,12*	-0,17***	-0,14**	-0,23***
Réduction des <b>UV (%)</b>	0,07	0,02	-0,11*	-0,18***	-0,15**	-0,22***
Réduction du <b>ruissellement (m<sup>3</sup>/an/ha)</b>	0,06	0,00	-0,13*	-0,17***	-0,14**	-0,25***
Potential d' <b>évapotranspiration (m<sup>3</sup>/an/ha)</b>	0,06	0,00	-0,13**	-0,16***	-0,13**	-0,24***
Retrait du <b>CO, NO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub>, PM<sub>2,5</sub> et SO<sub>2</sub> (tonnes/an/ha)</b>	0,07	0,01	-0,12*	-0,16**	-0,13**	-0,23***
<b>Séquestration du C (kg/an/ha)</b>	0,08	0,03	-0,09	-0,17***	-0,15**	-0,21***
<b>Déposition du C (kg/ha)</b>	0,14***	0,12*	-0,02	-0,19***	-0,18***	-0,14**
Production d' <b>O<sub>2</sub> (kg/an/ha)</b>	0,08	0,03	-0,09***	-0,17***	-0,15**	-0,21***
Production de <b>COVs totale (kg/an/ha)</b>	0,13**	0,09	-0,02	-0,21***	-0,19***	-0,16***

\*p < 0,05 \*\*p < 0,01 \*\*\*p < 0,001

Les SE sont significativement presque parfaitement corrélés (0,9 à 1). Cela explique pourquoi la cartographie des résultats change peu à travers les différents SE.

**Discussions et conclusions :** En comparant nos résultats avec une récente étude de Nowak et al. (2018) (utilisant le même logiciel *i-Tree*), nous constatons que les ratios des SE (en tonnes) produits par les arbres de rue aux SE produits par l'ensemble des arbres ne sont pas consistants selon le type de polluants (Tableau 2), notamment pour le NO<sub>2</sub> et l'O<sub>3</sub>. Ces écarts pourraient être dus au fait que Nowak et al (2018) utilisent la canopée des arbres (obtenue par la photo-interprétation), tandis que nous utilisons les essences et le DHB des arbres. Ainsi, l'utilisation des SE calculés par le logiciel *i-Tree* devrait être faite avec prudence.

Tableau 2. Comparaison entre les résultats de mon étude et ceux de Nowak et al. (2018)

Étude	Unité	CO	NO <sub>2</sub>	O <sub>3</sub>	PM <sub>25</sub>	SO <sub>2</sub>
<b>Nowak et al. (2018)</b>	Tonnes	20,3	236,8	986,9	85,4	70,9
<b>Pilon (2018)</b>	Tonnes	0,45	4,72	5,13	1,34	1,43
<b>Ratio des SE (en tonnes) des arbres de rue (par Pilon) aux SE de tous les arbres (par Nowak et al., 2018)</b>	%	1,99	0,52	1,57	2,02	1,99

Nous avançons quelques recommandations en lien avec la plantation d'arbres de rue. Premièrement, d'après nos résultats, plusieurs secteurs de recensement en bordure de fleuve ont un rendement en réduction du ruissellement des plus faibles dans la majorité des arrondissements riverains. Nous suggérons d'y planter des arbres gourmands en eau comme les saules. Cette essence qui est favorisée pour la décontamination (Gravel, 2017) pourrait, alors, aussi réduire la contamination du sol et de l'eau causée par les surverses. Deuxièmement, les axes de transports majeurs et les industries sont reconnus pour être de grands émetteurs de polluants. Malheureusement, une forte présence d'autoroutes, d'artères et d'industries se localise parfois dans des secteurs ayant un faible retrait de polluants (voir Figure 1). Alors, nous suggérons d'y accroître la canopée en favorisant des essences captant beaucoup de polluants. Troisièmement, la superposition de la distribution de la réduction de l'index d'UV moyen et de la carte des îlots de chaleur de 2011 (Collectif de recherche sur les îlots de chaleur, 2017) induit qu'une augmentation de la canopée réduirait grandement la chaleur urbaine

dans le quartier Mercier ainsi que les arrondissements LaSalle, Rivière-des-Prairies–Pointe-aux-Trembles, Saint-Laurent, Saint-Léonard et Ville-Marie. Finalement, les zones ayant une forte proportion des trois groupes vulnérables sont aussi à revitaliser.

## Bibliographie

Philippe Apparicio, Thi-Thanh-Hiên Pham, Anne-Marie Séguin et Jean Dubé, « Spatial distribution of vegetation in and around city blocks on the Island of Montreal: A double environmental inequity », *Applied Geography*, En ligne, n° 76, 2016, pp. 128-136. < [sciencedirect.com/science/article/pii/S014362281630457X](http://sciencedirect.com/science/article/pii/S014362281630457X) >. Consulté en janvier 2017.

Philippe Apparicio, Thi-Thanh-Hiên Pham, Anne-Marie Séguin et Shawn Landry, « Équité environnementale et distribution spatiale de la végétation dans et autour les îlots résidentiels à Montréal : une double iniquité? », *Cahiers de géographie du Québec*, en ligne, vol. 57, n°161, 2013, pp. 215-238. < [id.erudit.org/iderudit/1024902ar](http://id.erudit.org/iderudit/1024902ar) >. Consulté en février 2017.

Collectif de recherche sur les îlots de chaleur, Département de géographie, Université du Québec à Montréal (UQÀM) pour la Ville de Montréal, Îlots de chaleur (2011), données disponible en ligne, 2017. < [donnees.ville.montreal.qc.ca/dataset/schema-environnement-milieux-naturels/resource](http://donnees.ville.montreal.qc.ca/dataset/schema-environnement-milieux-naturels/resource) >. Consulté en mai 2018.

Pauline Gravel, «Phytotechnologie : des saules pour épurer les eaux usées», Entretien avec Xavier Lachapelle-Trouillard, *Le Devoir*, Section : Société : Science, 7 octobre 2017, pages n.d.

Groupe de travail sur le cadre conceptuel de l'Évaluation des écosystèmes pour le Millénaire (Millennium ecosystem assessment), *Les écosystèmes et le bien-être de l'Homme : Un cadre d'évaluation. Résumé*, 2003, 28 pages.

Harold Levrel, Pedro Cabral, Clément Feger, Mélodie Chambolle et Damien Basque, «How to overcome the implementation gap in ecosystem services? A user-friendly and inclusive tool for improved urban management», *Land Use Policy*, PDF en ligne, vol. 68, novembre 2017(2016), pp. 574-584.

Organisation mondiale de la santé (OMS), «Urbanisation et santé», *Bulletin de l'Organisation mondiale de la santé*, n° 88, avril 2010, pp. 241-320. < [doi:10.2471/BLT.10.010410](https://doi.org/10.2471/BLT.10.010410) >. Consulté en avril 2017.

Thi-Thanh-Hiên Pham, Philippe Apparicio, Anne-Marie Séguin, Shawn Landry et Martin Gagnon, « Spatial distribution of vegetation in Montreal: An uneven distribution or environmental inequity ? », *Landscape and Urban Planning*, PDF en ligne, n°107 (3), 2012 (septembre 2011), pp. 214-224.

< [dx.doi.org/10.1016/j.landurbplan.2012.06.002](https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2012.06.002) >. Consulté en janvier 2017.

Susan M. Preston et Ciara RaudseppHearne- (auteures principales), Groupe de travail sur l'étude sur l'importance de la nature pour les Canadiens, *Réalisation et utilisation d'une évaluation des services écosystémiques aux fins de prises de décisions : boîte à outils interdisciplinaire à l'intention des gestionnaires et des analystes*, 2017, Ottawa, éditeur : gouvernements fédéraux, provinciaux et territoriaux du Canada, 310 pages. Aussi disponible sous format PDF en ligne : < [publications.gc.ca/collections/collection\\_2017/eccc/En4-295-2016-fra.pdf](https://publications.gc.ca/collections/collection_2017/eccc/En4-295-2016-fra.pdf) >.

Consulté en mars 2017.

Arne Sæbø, Sara Janhäll, Stanislaw W. Gawronski et Hans Martin Hanslin, « Urban Forestry and Pollution Mitigation », *Routledge Handbook of Urban Forestry*, 2017, New York, Éditeur : Routledge, coll. « Earthscan », pp. 112-122.

Georges Serpantié, Philippe Méral et Cécile Bidaud, « Des bienfaits de la nature aux services écosystémiques : Éléments pour l'histoire et l'interprétation d'une idée écologique », *VertigO*, vol. 12, n° 3, 2012, 26 p.