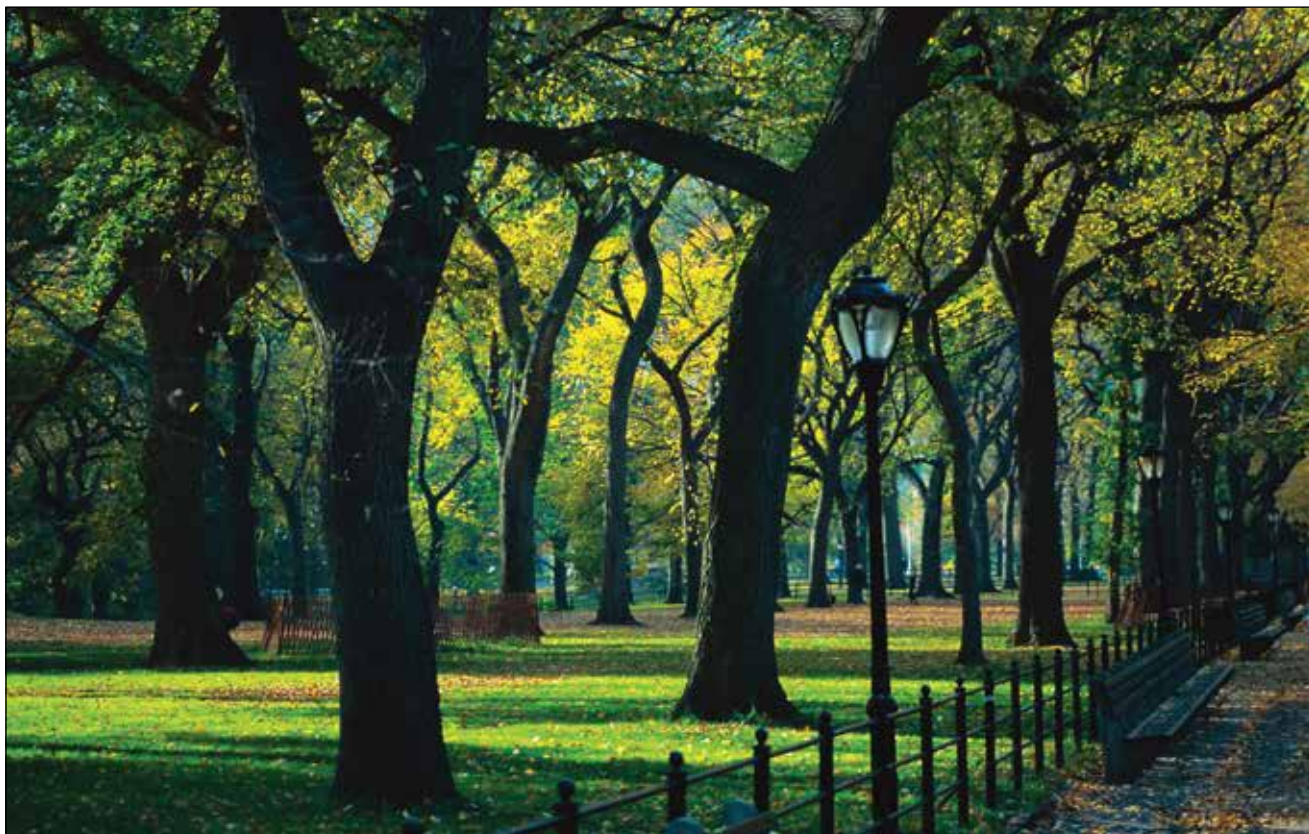


Améliorer les forêts citadines à travers l'évaluation, la modélisation et le suivi

D.J. Nowak



© DAVID LORENZ WINSTONSERVICE DES FORÊTS DES ÉTATS UNIS

Les méthodes permettant d'estimer les coûts et les avantages des forêts urbaines et périurbaines sont de plus en plus précises et faciles à appliquer.

Les forêts urbaines et périurbaines génèrent de nombreux avantages pour la société. Elles contribuent notamment à atténuer les effets du changement climatique; diminuer la consommation énergétique dans les édifices; piéger le dioxyde de carbone atmosphérique; améliorer la qualité de l'air et de l'eau; réduire le ruissellement des eaux pluviales et les inondations; offrir un environnement esthétique et des possibilités récréatives; améliorer la santé humaine et le bien-être; et limiter les impacts sonores (Dwyer *et al.*, 1992; Nowak et Dwyer, 2007; Dobbs, Martinez-Harms et Kendal, 2017). Cependant, une conception du paysage inappropriée et une sélection doublée d'un entretien inadéquats des arbres peuvent augmenter les coûts environnementaux (par exemple à travers la production de pollen et les émissions chimiques qui contribuent à la pollution de l'air), l'utilisation d'énergie dans les

bâtiments, le traitement des déchets, la réparation des infrastructures et la consommation d'eau. Les coûts potentiels doivent donc être examinés au regard des bénéfices lorsque l'on développe des programmes de gestion des ressources naturelles.

Pour soutenir ou renforcer les bénéfices offerts par les forêts urbaines et périurbaines à la société, il est important de comprendre la structure forestière existante, comment cette structure influe sur l'ampleur des avantages et des coûts, et comment la structure des forêts et par conséquent les bénéfices qui en dérivent changent au fil du temps. Sur la base de cette compréhension, les gestionnaires peuvent orienter la structure forestière de façon à en optimiser les avantages pour la

En haut: Le suivi et l'évaluation des forêts urbaines et périurbaines permettent de développer des plans de gestion qui optimisent la structure des forêts et les bénéfices qu'elles procurent

David J. Nowak travaille au Service des forêts des États-Unis à Syracuse, New York, États-Unis d'Amérique.

société. Des avancées significatives ont été faites ces dernières années dans le suivi et l'évaluation des forêts urbaines et périurbaines, et dans la quantification des coûts et des bénéfices associés à cette ressource. Nombre des bienfaits ne sont pas facilement mesurables sur le terrain, aussi des techniques de modélisation doivent-elles être utilisées pour en estimer l'ampleur. Cet article présente un aperçu d'un processus en quatre étapes qui permet d'effectuer facilement l'évaluation, la modélisation et le suivi de la structure et des avantages d'une forêt urbaine et périurbaine. Grâce à ce processus, des plans de gestion locaux peuvent être développés pour optimiser la structure forestière en vue de renforcer la santé et le bien-être des générations actuelles et futures.

ÉTAPE 1: ÉVALUER LA STRUCTURE FORESTIÈRE

La structure forestière est une variable essentielle parce que c'est ce que les gestionnaires manipulent afin d'influer sur les bénéfices et les valeurs associés aux forêts. La structure consiste dans les attributs physiques de la forêt, comme

l'abondance, la taille, l'espèce, la santé et l'emplacement des arbres. Les gestionnaires choisissent souvent quelles espèces planter, où et quand effectuer la plantation, et quels arbres retirer d'un paysage. Ces actions influencent directement la structure des forêts urbaines et périurbaines et par conséquent les bénéfices dérivant de leurs ressources.

De bas en haut ou de haut en bas?

Il y a deux manières fondamentales de quantifier la structure des forêts urbaines et périurbaines: 1) les approches descendantes basées sur la perspective aérienne; et 2) les évaluations ascendantes à partir du terrain. Les évaluations descendantes fournissent des mesures fondamentales sur le couvert forestier (comme son pourcentage) et d'autres types de couverture du sol, et elles peuvent cartographier l'emplacement spécifique de ces éléments.

Le couvert forestier peut généralement être estimé en interprétant des photos aériennes ou en utilisant des cartes élaborées au moyen d'une imagerie à moyenne ou haute résolution (voir par exemple Nowak, 2012a). Si l'on a besoin

de connaître uniquement la quantité ou le pourcentage de couvert forestier, l'interprétation des photos constitue une manière économique et exacte d'évaluer les arbres et les autres caractéristiques du couvert; elle ne fournit cependant pas d'informations précises sur la localisation du couvert.

Si l'on a besoin de connaître l'emplacement de la végétation, les cartes du couvert forestier fournissent aussi bien des estimations de celui-ci que les sites spécifiques des divers éléments constituant la couverture du sol (de façon à pouvoir être intégrées dans le système d'information géographique). Le couvert arboré et sa distribution sont des paramètres importants de la structure des forêts urbaines et périurbaines parce qu'ils offrent une manière simple de décrire l'ampleur et la répartition de la ressource forestière. Des données plus détaillées sur la structure forestière (comme la composition des espèces, le nombre d'arbres, la taille des arbres, l'état des arbres, la superficie

Un feuillage en bonne santé est crucial pour que les forêts urbaines et périurbaines puissent procurer nombre de leurs avantages



foliaire, la biomasse foliaire et la biomasse ligneuse) sont toutefois souvent indispensables pour pouvoir évaluer les coûts et les avantages et pour orienter ainsi la gestion. Si diverses approches axées sur les vues aériennes sont analysées et explorées dans le but d'obtenir certaines informations spécifiques sur les arbres, pour extraire de multiples variables sur ces derniers, la meilleure démarche existante reste d'effectuer des mesures sur le terrain.

Les données de terrain relatives à la structure des forêts urbaines et périurbaines peuvent être obtenues à partir d'inventaires ou bien à partir d'échantillons. Pour les grandes populations d'arbres, les données de terrain couplées à des évaluations aériennes offriront probablement le moyen le meilleur et le plus avantageux pour évaluer la structure urbaine et périurbaine. Les principaux paramètres sont l'espèce, le diamètre, les dimensions de la cime et l'état des arbres. Ces informations sont utiles aux gestionnaires pour mieux gérer les populations d'arbres et pour évaluer les risques liés à la ressource, et elles sont également capitales pour estimer les coûts et les avantages.

Facteurs à considérer pour la modélisation

Pour la plupart des bénéfices liés aux arbres, la caractéristique majeure est la

superficie foliaire. Même si elle n'est pas mesurée directement sur le terrain, cette variable peut être modélisée à partir des données sur les espèces, la taille de la cime et l'état de celle-ci, tandis que la mesure du diamètre est essentielle pour estimer le stockage du carbone. La biomasse foliaire et ligneuse peut être modélisée à partir de ces principales variables relatives aux arbres. D'autres facteurs entrent en ligne de compte pour estimer les bénéfices engendrés par les forêts urbaines et périurbaines, à savoir la compétition de la cime (primordiale pour estimer la croissance des arbres et le piégeage du carbone) et la localisation à proximité d'immeubles (importante pour estimer la conservation énergétique). De nombreux avantages des forêts urbaines et périurbaines peuvent être modélisés à partir de ces variables de l'arbre, conjuguées à d'autres informations locales (telles que les conditions météorologiques, la pollution et la démographie).

Il existe une interdépendance entre la structure des forêts urbaines et périurbaines, les avantages qu'elles procurent et leur évaluation économique. La valeur attribuée repose sur les bonnes estimations qui sont faites de l'ampleur des bénéfices produits, et les estimations des bénéfices requièrent de bonnes estimations de la structure de la forêt et de la manière dont

cela influe sur les avantages générés. Les bénéfices et les valeurs ne peuvent pas être quantifiés de manière adéquate en l'absence de données de bonne qualité sur la structure forestière. Combiner des données exactes en suivant des procédures solides de quantification des bénéfices permettra de fournir des estimations fiables de l'ampleur des avantages produits par les forêts urbaines et périurbaines. De la sorte, la valeur des avantages peut être estimée au moyen de procédures et d'évaluations économiques solides. Ainsi, trois éléments cruciaux sont nécessaires, en séquence, pour évaluer les avantages procurés par les forêts urbaines et périurbaines et pour aider à leur gestion: structure → bénéfices → valeurs. Des erreurs dans les éléments précédents conduiront à des erreurs dans les estimations suivantes (par exemple, des erreurs relatives à la structure forestière entraîneront des erreurs dans l'évaluation des bénéfices et dans les valeurs attribuées).

ÉTAPE 2: MODÉLISER

LES AVANTAGES, LES COÛTS ET LES VALEURS DES FORÊTS URBAINES ET PÉRIURBAINES

Les informations sur la structure forestière peuvent être utiles aux gestionnaires en montrant la composition des espèces, la taille et l'emplacement des arbres et les dangers potentiels liés à la forêt (par



Image aérienne aux couleurs renforcées de New York, États-Unis d'Amérique. La structure et les avantages des forêts urbaines et périurbaines varient en fonction des paysages comme le couvert forestier et les populations humaines varient

exemple, la composition des espèces peut révéler des risques d'infestation d'insectes ou de propagation de maladies). Comprendre les liens entre la structure des forêts urbaines et périurbaines et les avantages qu'elles procurent est essentiel pour pouvoir optimiser ces avantages à travers leur gestion. Du fait que de nombreux bienfaits ne peuvent pas facilement être mesurés sur le terrain (comme l'élimination de la pollution atmosphérique), des modélisations sont utilisées pour estimer les bénéfices, les coûts et les valeurs, lesquelles s'appuient en partie sur les mesures de la structure forestière effectuées. Une fois que les avantages ont été quantifiés, diverses méthodes d'estimation de la valeur marchande et non marchande peuvent être appliquées en vue de déterminer leur valeur monétaire (voir par exemple Hayden, 1989).

Il existe divers modèles pour quantifier les avantages dérivant des forêts; parmi les modèles gratuits disponibles en accès libre, on trouve InVEST (Natural Capital Project, sans date), Biome-BGC (Numerical Terradynamic Simulation Group, sans date) et de nombreux outils servant à évaluer le carbone forestier (voir par exemple Service des forêts des États-Unis, 2016a). Cependant, peu de modèles quantifient les forêts urbaines et périurbaines. Le modèle le plus complet qui a été développé à ce jour pour quantifier la structure, les avantages et les valeurs des forêts urbaines et périurbaines est i-Tree¹, une suite d'outils gratuits disponibles en accès libre développée par le Service des forêts des États-Unis au travers d'un partenariat public-privé. Le modèle i-Tree s'appuie sur des données scientifiques examinées par des pairs et peut être utilisé partout dans le monde; il a plus de 180 000 utilisateurs répartis dans 130 pays; il a été conçu pour évaluer avec exactitude la structure forestière locale et son impact en termes d'avantages, de coûts et de valeur (tableau 1). Les résultats de la modélisation ont été validés en regard de mesures de terrain (voir par exemple Morani *et al.*, 2014), montrant qu'ils offraient des estimations solides des bénéfices engendrés par les forêts urbaines et périurbaines. Le modèle se concentre sur l'estimation de la structure forestière et de l'ampleur des

services reçus (par exemple, les tonnes de carbone absorbées). Il s'appuie ensuite sur une évaluation économique (par exemple, un montant en dollars par tonne absorbée) pour estimer la valeur d'un service donné. Le modèle utilise diverses estimations économiques; les utilisateurs peuvent ajuster le nombre d'entre elles s'ils disposent de valeurs économiques locales.

i-Tree Eco

Le programme principal de la suite i-Tree est i-Tree Eco. Ce modèle, qui peut être utilisé dans le monde entier, recourt à des échantillons ou à des données d'inventaire ainsi qu'à des données environnementales locales pour évaluer et prévoir la structure forestière, les bénéfices, les menaces et les valeurs associés à n'importe quelle

population d'arbres (Nowak *et al.*, 2008). Le programme i-Tree Eco comprend des outils de sélection de parcelles; des applications mobiles pour l'enregistrement des données; des outils pour communiquer et exporter les données sous forme de tableaux et de graphiques; et un système de génération automatique de rapports. L'évaluation des forêts urbaines et périurbaines a été conduite en utilisant ce modèle dans de nombreuses villes du globe, notamment à Barcelone, Espagne; Calles, Mexique; Chicago, États-Unis d'Amérique; Londres, Royaume-Uni de Grande-Bretagne et d'Irlande du Nord; Medellín, Colombie; Milan, Italie; New York, États-Unis d'Amérique; Perth, Australie; Porto, Portugal; Santiago, Chili; Séoul, République de Corée; Strasbourg,

TABLEAU 1. Avantages et coûts des arbres, quantifiés et en développement dans i-Tree

Effet sur l'écosystème	Paramètre	Quantifié	Évalué
Atmosphère	Confort humain	○	
	Consommation d'énergie dans les bâtiments	●	●
	Dépollution	●	●
	Émissions de composés organiques volatils	●	
	Émissions évitées	●	●
	Piégeage du carbone	●	●
	Pollen	○	
	Rayonnement ultraviolet	●	○
	Stockage du carbone	●	●
	Température de l'air	○	○
	Transpiration	●	
	Communauté/société	Aliments/médicaments	○
Esthétique/valeur foncière		○	○
Indice de santé ¹		○	
Produits forestiers ²		○	○
Zones défavorisées		●	
Écosystème terrestre	Biodiversité	○	
	Cycle des nutriments	○	
	Habitat faunique	●	
	Plantes envahissantes	●	
Eau	Inondations	○	○
	Interception de la pluie	●	
	Qualité de l'eau	●	○
	Ruissellement évité	●	●

Notes: ● = paramètre actuellement quantifié ou évalué dans i-Tree; ○ = paramètre en développement dans i-Tree; 1 = développement d'un indice de santé à partir d'une cartographie de la vue sur la verdure («sylvothérapie»); 2 = estimation du potentiel productif à partir de la structure de la forêt (par exemple, bois d'œuvre, copeaux de bois, éthanol).

Source: Nowak (2017).

¹ www.itreetools.org



© DAVID NOWAK

France; et Toronto, Canada (Chaparro et Terradas, 2009; Escobedo *et al.*, 2006; Graca *et al.*, 2017; Nowak *et al.*, 2007, 2010, 2013; Rogers *et al.*, 2015; Selmi *et al.*, 2016).

Les autres outils de i-Tree sont les suivants:

- **i-Tree Species** – sélectionne les espèces d'arbres les plus appropriées selon les fonctions environnementales souhaitées et l'aire géographique;
- **i-Tree Hydro** – simule les effets de changements advenus dans le couvert forestier et la couverture imperméable sur le ruissellement, le débit des cours d'eau et la qualité de l'eau;
- **i-Tree Canopy*** – permet aux utilisateurs d'interpréter facilement des photographies aériennes Google en vue de produire des estimations statistiques sur les types de couverture terrestre. Les images historiques de Google Earth peuvent aussi être utilisées pour analyser l'évolution des types de couverture terrestre;
- **i-Tree Design** – est relié à Google Maps et permet aux utilisateurs de quantifier les bénéfices actuels et

futurs procurés par les arbres sur leurs propriétés;

- **MyTree** – évalue facilement les avantages procurés par un petit nombre d'arbres (de un à quelques-uns) au moyen d'un téléphone et d'un navigateur web mobile;
- **i-Tree Landscape** – permet aux utilisateurs d'explorer le houppier, la couverture terrestre, les avantages générés par les arbres, les risques pour la forêt et la santé, et des informations démographiques de base partout aux États-Unis d'Amérique, et de déterminer les aires prioritaires pour la plantation et la protection des arbres.

Le développement de i-Tree est le fruit d'une collaboration entre de nombreux partenaires, en vue de mieux comprendre et quantifier comment les changements de la structure forestière affectent les bénéfices et les valeurs qui en dérivent, et afin d'aider à la gestion et à la planification des forêts urbaines et périurbaines. De nombreux avantages et coûts liés aux forêts sont en train d'être ajoutés au modèle (tableau 1).

Les évaluations et les modélisations effectuées aux États-Unis d'Amérique indiquent

Une route bordée d'arbres à Honolulu, Hawaï, États-Unis d'Amérique. Concevoir des forêts urbaines et périurbaines est important pour réduire des effets négatifs potentiels, comme le piégeage des polluants près des voies de circulation

un nombre estimé de 5,5 milliards d'arbres (39,4 pour cent du couvert forestier) dans les zones urbaines à l'échelle nationale, comprenant 51,5 millions d'hectares de superficie foliaire et 40 millions de tonnes de matière sèche de biomasse foliaire. Ces arbres produisent annuellement une valeur de 18,3 milliards de dollars des États-Unis (ci-après dollars), consistant en une élimination de la pollution atmosphérique (5,4 milliards de dollars), une réduction de la consommation d'énergie dans les bâtiments (5,4 milliards de dollars), un piégeage du carbone (4,8 milliards de dollars) et des émissions de polluants évitées (2,7 milliards de dollars) (Nowak et Greenfield, sous presse).

ÉTAPE 3: DÉVELOPPER DES PLANS DE GESTION

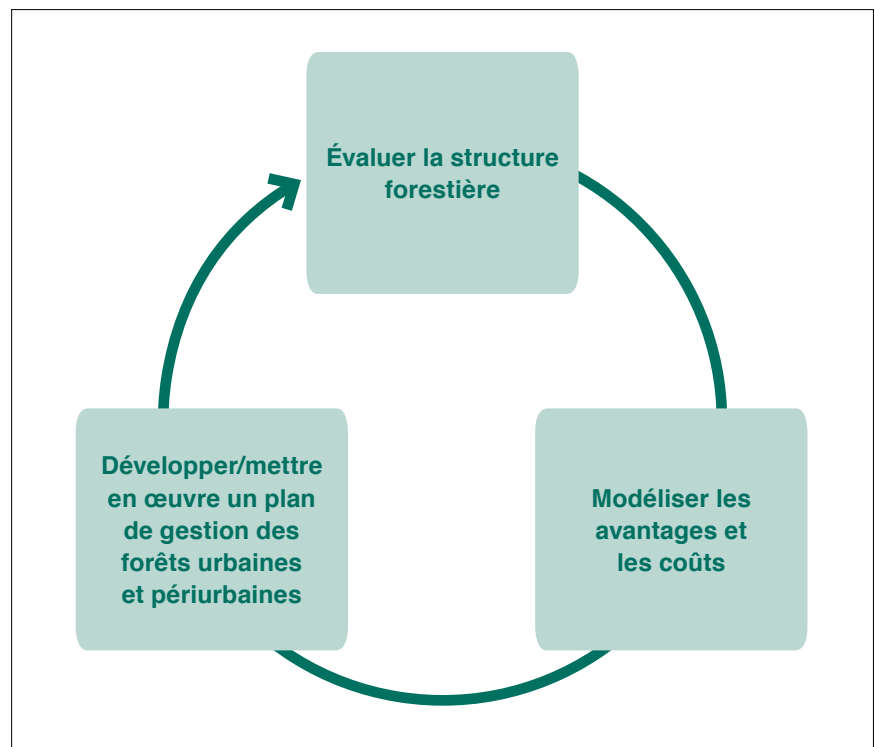
Les forêts urbaines et périurbaines évoluent constamment et l'objectif de la gestion est de les orienter en direction

de résultats souhaités, aptes à en maximiser les avantages pour les générations actuelles et futures. Une étape majeure dans la réalisation de cet objectif consiste à développer un plan de gestion de ces forêts qui permette d'optimiser la structure forestière au fil du temps. Les données issues de modélisations et d'évaluations locales, assorties à des contributions provenant des résidents, peuvent être utilisées pour élaborer des plans susceptibles de soutenir ou de renforcer la structure et les avantages des forêts urbaines et périurbaines. Ces plans peuvent être fort simples, déclarant par exemple seulement les moyens (comme le financement) pour atteindre un objectif de couvert forestier donné sur un lieu donné, tout comme ils peuvent fournir des informations détaillées, en particulier sur les taux de plantation, par espèce et par site.

Le couvert forestier urbain est en déclin aux États-Unis d'Amérique (Nowak et Greenfield, 2012). Les plans de gestion doivent considérer les divers facteurs susceptibles d'altérer la structure forestière au fil du temps, notamment les facteurs qui diminuent le couvert forestier (comme le développement, les tempêtes, les insectes, les maladies et le vieillissement) et ceux qui l'accroissent (comme les plantations d'arbres, la régénération naturelle et les espèces envahissantes). Aux États-Unis d'Amérique, on estime que deux tiers de la forêt urbaine existante est le résultat de la régénération naturelle (Nowak, 2012b). L'influence de la plantation d'arbres tend à s'accroître dans les villes situées dans des zones de prairie et de désert, dans les villes plus densément peuplées, et dans les contextes d'utilisation des terres fortement gérées en rapport avec les arbres (comme les terrains résidentiels). Prévoir les changements d'origine anthropique et naturelle dans les forêts urbaines et périurbaines favorisera de meilleurs plans de gestion, aptes à soutenir la structure et maintenir les avantages des forêts dans le temps.

ÉTAPE 4: SURVEILLER L'ÉVOLUTION DES FORÊTS URBAINES ET PÉRIURBAINES

La dernière étape du processus d'évaluation consiste à refaire périodiquement des mesures de la forêt (le suivi) pour déterminer comment elle change et si les



1
Cycle du suivi-évaluation des forêts urbaines et périurbaines visant à renforcer les avantages des forêts au fil du temps

objectifs de gestion sont atteints. Cette étape consiste en une nouvelle mesure de la structure forestière, telle qu'elle a été menée lors de l'étape 1, redémarrant ainsi le cycle de modélisation des avantages et évaluant ou actualisant les plans de gestion (figure 1). Le cycle d'évaluation (par exemple tous les 5-10 ans) peut permettre de s'assurer que la forêt urbaine et périurbaine progresse bien de la manière souhaitée de façon à renforcer les avantages et les valeurs bénéfiques à la société.

Un nombre croissant de villes dans le monde sont en train d'évaluer leurs forêts urbaines et périurbaines pour mieux en comprendre les coûts et les avantages. Le programme d'analyse et d'inventaire forestier du Service des forêts des États-Unis mène, en partenariat avec les États et les villes, un suivi à long terme des forêts urbaines du pays. Ce programme recueille des données annuelles sur les forêts urbaines des États-Unis d'Amérique en vue d'estimer la structure, les avantages, les valeurs et les changements de celles-ci au fil du temps. La première ville à avoir achevé une évaluation de référence a été Austin, Texas (Nowak *et al.*, 2016); 26 cités ont fait l'objet d'un suivi en 2017, et de nouvelles villes seront ajoutées au programme de suivi au cours des prochaines années (Service des forêts des États-Unis, 2016b).

PRINCIPAUX RÉSULTATS

Les principaux points mis en évidence dans cet article peuvent être synthétisés comme suit:

- Comprendre et comptabiliser les bénéfices fournis par les forêts urbaines et périurbaines permet d'améliorer la planification, la conception et les décisions économiques concernant l'utilisation de ces forêts en vue de renforcer la qualité de l'environnement, la santé humaine et le bien-être.
- Les données relatives à la structure des forêts urbaines et périurbaines (comme la composition des espèces et l'emplacement des arbres) et à la manière dont cette structure a des répercussions sur les bénéfices et les valeurs qui en dérivent, sont cruciales pour favoriser une telle amélioration.
- La suite i-Tree est un ensemble d'outils simple et disponible gratuitement permettant d'évaluer et d'estimer l'impact des arbres et des forêts – de la dimension des petites parcelles de forêts locales jusqu'aux paysages d'envergure régionale – sur la qualité de l'environnement et sur la santé et le bien-être humains.

- Veiller au suivi des forêts urbaines et périurbaines est essentiel pour prendre acte des changements et évaluer les plans de gestion. Les États-Unis d'Amérique ont démarré récemment un programme national de suivi des forêts urbaines dans plusieurs villes et États.
- Les futurs plans d'évaluation, de suivi et de gestion pourront aider à contenir les coûts et à renforcer les avantages des forêts urbaines et périurbaines. ♦

Clause de non-responsabilité: Les dénominations commerciales présentes dans cet article sont employées à titre d'information et pour la commodité du lecteur. Cela ne constitue pas un appui ou une approbation officielle de la part du Département de l'agriculture des États-Unis ou du Service des forêts des États-Unis, de tout produit ou service à l'exclusion d'autres produits et services qui peuvent être adéquats.



Références

- Chaparro, L. et Terradas, J.** 2009. *Ecological services of urban forest in Barcelona*. Bellaterra, Espagne, Centre de Recerca Ecològica i Aplicacions Forestals, Universitat Autònoma de Barcelona.
- Dobbs, C., Martinez-Harms, M.J. et Kendal, D.** 2017. Ecosystem services. In: F. Ferrini, C.C. Konijnendijk van den Bosch et A. Fini, éd. *Routledge handbook of urban forestry*, pp. 51-64. Abingdon, Royaume-Uni, Routledge.
- Dwyer, J.F., McPherson, E.G., Schroeder, H.W. et Rowntree, R.A.** 1992. Assessing the benefits and costs of the urban forest. *Journal of Arboriculture*, 18(5): 227-234.
- Escobedo, F.J., Nowak, D.J., Wagner, J.E., Luz de la Maza, C. et Rodriguez, M.** 2006. The socioeconomics and management of Santiago de Chile's public urban forest. *Urban Forestry and Urban Greening*, 4: 105-114.
- Graca, M.S., Goncalves, J.F., Alves, P.J., Nowak, D.J., Hoehn, R., Ellis, A., Farinha-Marques, P. et Cunha, M.** 2017. Assessing mismatches in ecosystem services proficiency across the urban fabric of Porto (Portugal): the influence of structural and socioeconomic variables. *Ecosystem Services*, 23: 82-93.
- Hayden, F.G.** 1989. *Survey of methodologies for valuing externalities and public goods*. EPA-68-01-7363. Washington, DC, Agence de protection de l'environnement des États-Unis.
- Morani, A., Nowak, D., Hirabayashi, S., Guidolotti, G., Medori, M., Muzzini, V., Fares, S., Scarascia Mugnozza, G. et Calfapietra, C.** 2014. Comparing modeled ozone deposition with field measurements in a periurban Mediterranean forest. *Environmental Pollution*, 195: 202-209.
- Natural Capital Project.** Sans date. *INVEST: Integrated valuation of ecosystem services and tradeoffs* [en ligne]. [Consulté en janvier 2016]. www.naturalcapitalproject.org/invest
- Nowak, D.J.** 2012a. *A guide to assessing urban forests*. United States Forest Service Northern Research Station Resources Bulletin NRS-INF-24-13. Newtown Square, États-Unis d'Amérique, Service des forêts des États-Unis, Northern Research Station.
- Nowak, D.J.** 2012b. Contrasting natural regeneration and tree planting in 14 North American cities. *Urban Forestry and Urban Greening*, 11: 374-382.
- Nowak, D.J.** 2017. Assessing the benefits and economic values of trees. In: F. Ferrini, C.C. Konijnendijk van den Bosch et A. Fini, éd. *Routledge handbook of urban forestry*, pp. 152-163. Abingdon, Royaume-Uni, Routledge.
- Nowak D.J., Bodine, A.R., Hoehn, R.E., Edgar, C.B., Hartel, D.R., Lister, T.W. et Brandeis, T.J.** 2016. *Austin's urban forest, 2014*. United States Forest Service Northern Research Station Resources Bulletin NRS-100. Newtown Square, États-Unis d'Amérique, Service des forêts des États-Unis, Northern Research Station.
- Nowak, D.J., Crane, D.E., Stevens, J.C., Hoehn, R.E., Walton, J.T. et Bond, J.** 2008. A ground-based method of assessing urban forest structure and ecosystem services. *Arboriculture and Urban Forestry*, 34: 347-358.
- Nowak, D.J. et Dwyer, J.F.** 2007. Understanding the benefits and costs of urban forest ecosystems. In: J. Kuser, éd. *Urban and community forestry in the Northeast*, pp. 25-46. New York, États-Unis d'Amérique, Springer.
- Nowak, D.J. et Greenfield, E.J.** 2012. Tree and impervious cover change in U.S. cities. *Urban Forestry and Urban Greening*, 11: 21-30.
- Nowak, D.J. et Greenfield, E.J.** Sous presse. U.S. urban forest statistics, values and projections. *Journal of Forestry*.
- Nowak, D.J., Hoehn, R.E., Bodine, A.R., Greenfield, E.J., Ellis, A., Endreny, T.E., Yang, Y., Zhou, T. et Henry, R.** 2013. *Assessing forest effects and values: Toronto's urban forest*. United States Forest Service Northern Research Station Resources Bulletin NRS-79. Newtown Square, États-Unis d'Amérique, Service des forêts des États-Unis, Northern Research Station.
- Nowak, D.J., Hoehn, R., Crane, D.E., Stevens, J.C. et LeBlanc, C.** 2010. *Assessing urban forest effects and values: Chicago's urban forest*. United States Forest Service Northern Research Station Resources Bulletin NRS-37. Newtown Square, États-Unis d'Amérique, Service des forêts des États-Unis, Northern Research Station.
- Nowak, D.J., Hoehn, R., Crane, D.E., Stevens, J.C. et Walton, J.T.** 2007. *Assessing urban forest effects and values: New York City's urban forest*. United States Forest Service Northern Research Station Resources Bulletin NRS-9. Newtown Square, États-Unis d'Amérique, Service des forêts des États-Unis, Northern Research Station.
- Numerical Terradynamic Simulation Group.** Sans date. *Biome-BGC* [en ligne]. Université du Montana. [Consulté en janvier 2016]. www.ntsg.umt.edu/project/biome-bgc
- Rogers, K., Sacre, K., Goodenough, J. et Doick, K.** 2015. *Valuing London's urban forest: results of the London i-Tree Eco Project*. Londres, Treeconomics.
- Selmi, W., Weber, C., Rivière, E., Blond, N., Mehdi, L. et Nowak, D.** 2016. Air pollution removal by trees in public greenspace in Strasbourg city, France. *Urban Forestry and Urban Greening*, 17: 192-201.
- Service des forêts des États-Unis.** 2016a. *Carbon: tools for carbon inventory, management, and reporting* [en ligne]. [Consulté en janvier 2016]. United States Forest Service. www.nrs.fs.fed.us/carbon/tools
- Service des forêts des États-Unis.** 2016b. *Urban forest inventory and analysis (FIA)* [en ligne]. [Consulté le 15 décembre 2016]. United States Forest Service. www.fs.fed.us/research/urban/fia.php ♦