



MODÉLISATION BASÉE SUR LES AGENTS : LIER LES BIENS ET SERVICES ÉCOLOGIQUES À LA SANTÉ ET AU BIEN-ÊTRE DE LA POPULATION

DANS LE BASSIN VERSANT DE LA RIVIÈRE CREDIT

MARTIN BUNCH, UNIVERSITÉ YORK

Recherche menée de 2016 à 2018, rapport publié en mai 2020



REPGE
Réseau d'économie,
de politiques et de
gouvernance liées à l'eau



Réseau
canadien
de l'eau

MODÉLISATION BASÉE SUR LES AGENTS : LIER LES BIENS ET SERVICES ÉCOLOGIQUES À LA SANTÉ ET AU BIEN-ÊTRE DE LA POPULATION

DANS LE BASSIN VERSANT DE LA RIVIÈRE CREDIT

MARTIN BUNCH, UNIVERSITÉ YORK

Recherche menée de 2016 à 2018, rapport publié en mai 2020

POURQUOI AVONS-NOUS RÉALISÉ CE PROJET?

Les interventions à l'échelle du bassin versant contribuent réellement à la protection et à la promotion de la santé et du bien-être de l'homme d'une foule de manières, notamment par la protection contre les crues et l'atténuation de leurs effets, l'assainissement de l'air, la création d'espaces verts pour les loisirs publics et l'amélioration de la santé mentale et physique, et la réduction des cas de cancer de la peau grâce à un couvert végétal urbain dense. Les interventions des offices de protection de la nature de l'Ontario ont des effets bénéfiques substantiels sur la santé, mais la valeur en dollars de ces avantages est rarement calculée ou exprimée. Puisque les liens entre les interventions environnementales et les avantages pour la santé publique ne sont pas clairement exposés, les avantages conjoints potentiels des interventions environnementales et de santé publique sont sous-estimés.

Dans ce projet, nous avons intégré de la documentation scientifique sur les liens entre les biens et services écologiques et la santé et le bien-être de la population qui était pertinente au contexte local, facilement compréhensible et accessible. À partir de cette documentation, nous avons créé un modèle informatique permettant de simuler et explorer certaines des relations critiques qui existent entre la santé de l'écosystème et la santé et le bien-être de la population dans le bassin versant de la rivière Credit. La Credit Valley Conservation Authority (CVC) bénéficiera de la capacité à modéliser ces relations et à générer une analyse globale des coûts et avantages. Enfin, ce modèle pourrait susciter de nouveaux échanges entre la CVC, les organismes de santé publique et le grand public sur la façon dont les écosystèmes sains et fonctionnels soutiennent la santé et le bien-être des habitants du bassin versant.

Au Canada, il faut davantage de paramètres du monde réel liés au coût et au nombre de mesures de conservation, à la valeur de ces mesures pour la promotion du bien-être humain, ainsi que de meilleures données sur les interactions entre les variables clés d'un système socioécologique. Ce projet s'appuie sur les travaux antérieurs de Bunch (2016) portant sur les liens entre les résultats en matière de santé, les voies potentielles et les services écologiques à l'échelle du bassin versant (rapport de synthèse disponible à cwn-rce.ca/fr/report/bien-etre-humain-services-ecosystemiques-et-gestion-du-bassin-versant-dans-la-vallee-de-la-riviere-credit/).

QU'EST-CE QUE LA MODÉLISATION ET LA GÉOSIMULATION « À BASE D'AGENTS »?

Les modèles basés sur des agents sont un moyen d'explorer et de comprendre les effets globaux qui résultent des actions entreprises par de multiples acteurs à différents moments et endroits dans un système. De tels modèles sont souvent utilisés en écologie, en sciences sociales ou en santé publique pour simuler et prévoir l'apparition de phénomènes tels que les inondations, les épidémies ou le comportement humain. La géosimulation s'appuie sur des données géographiques et des systèmes d'information géographique pour illustrer les changements possibles dans des secteurs déterminés tels qu'un bassin ou un sous-bassin versant.

La modélisation basée sur les agents repose sur la prémisse que le comportement des agents est autonome. Les agents agissent indépendamment les uns des autres, sur la base d'un ensemble de règles qui régissent la manière dont ils réagissent aux actions des autres agents et aux changements dans leur environnement. Au fur et à mesure que ces actions se déroulent, les agents individuels sont donc influencés par le comportement des systèmes sociaux, économiques et écologiques qui les entourent. Les agents peuvent avoir des caractéristiques diverses et représenter des individus ou des organisations. Les cellules représentent les caractéristiques générales de l'environnement ou du paysage qui sont également régies par certaines règles et peuvent changer au fil du temps. La somme totale de ces agents, cellules et règles est le modèle de géosimulation basé sur les agents, qui nous permet de voir les tendances qui se développent à partir des actions et interactions individuelles des agents, démontrant que le tout est plus grand que la somme de ses parties.

Le modèle de notre projet intégrait également certains éléments de l'Évaluation des écosystèmes pour le millénaire, du Prisme de gouvernance de bassin versant et du cadre de la Cascade écologique (Bunch, 2020a).

QU'AVONS-NOUS FAIT ?

L'un des objectifs du projet était de déterminer les indicateurs de relations qui sont pertinents pour le bassin hydrographique de la rivière Credit afin que les parties prenantes puissent les comprendre et les examiner. Par exemple, la plantation d'arbres a été liée à des indicateurs monétaires, sanitaires et écologiques (Figure 1). Nous avons utilisé pour ce modèle une relation clé tirée de la documentation scientifique qui établit un lien entre la mortalité humaine et l'exposition aux espaces verts urbains, d'après les données d'une étude portant sur 1,3 million d'adultes dans 30 villes canadiennes qui a examiné la relation entre la mortalité et les mesures de verdure à moins de 250 mètres des habitations (Crouse et coll., 2017). Nous avons aussi utilisé :

- Des données du système d'information géographique relatives à la classification écologique et à l'utilisation des terres (y compris des données d'imagerie satellitaire) afin de modéliser les configurations de la végétation dans le bassin versant
- Des données de recensement pour refléter la démographie de la population locale
- Des estimations du gouvernement du Canada sur la valeur d'une vie statistique (Secrétariat du Conseil du Trésor du Canada, 2007)

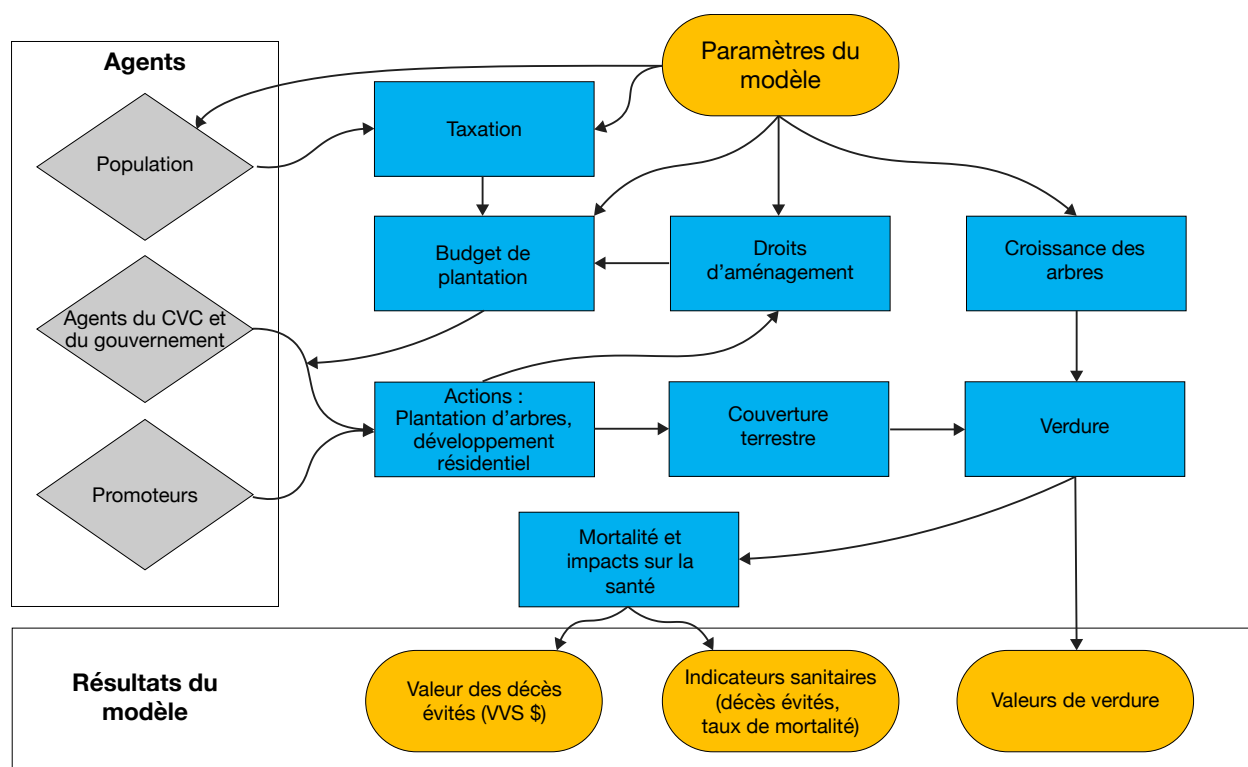


Figure 1. Cadre conceptuel reliant la plantation d'arbres aux indicateurs monétaires, sanitaires et écologiques dans un modèle de géo-simulation à base d'agents

Dans ce modèle, la verdure est l'indice de végétation par différence normalisée dans un rayon de 250 mètres de chaque cellule de 50 mètres. Sur la base de cette estimation, un ratio de risque de mortalité est calculé en utilisant les estimations de Crouse et coll. (2017). Dans le modèle, la plantation d'arbres par la CVC est déterminée par les règles suivantes :

- Il existe un budget et un coût par arbre définis par l'utilisateur
- Les arbres ne sont plantés que dans des conditions appropriées
- La plantation est prioritaire dans les zones à faible valeur de verdure, d'après la couverture terrestre existante
- La plantation se poursuit sur une période donnée jusqu'à l'atteinte de la limite budgétaire
- Une fois qu'une zone a été plantée, la verdure s'améliore avec le temps en fonction des taux de croissance choisis par l'utilisateur, ce qui diminue le rapport entre la mortalité et le risque.

Parallèlement, dans le cadre de ce modèle, un promoteur peut convertir des terrains non bâtis en nouvelles zones résidentielles. Cela provoque une baisse de la verdure et augmente le rapport entre la mortalité et le risque dans les cellules adjacentes. Le modèle suit l'évolution du rapport de risque de mortalité dans le temps et estime la valeur économique de ce changement, d'après la valeur d'une vie statistique. L'utilisateur peut définir cette valeur, sinon la valeur par défaut du modèle est celle de 6,5 millions de dollars.

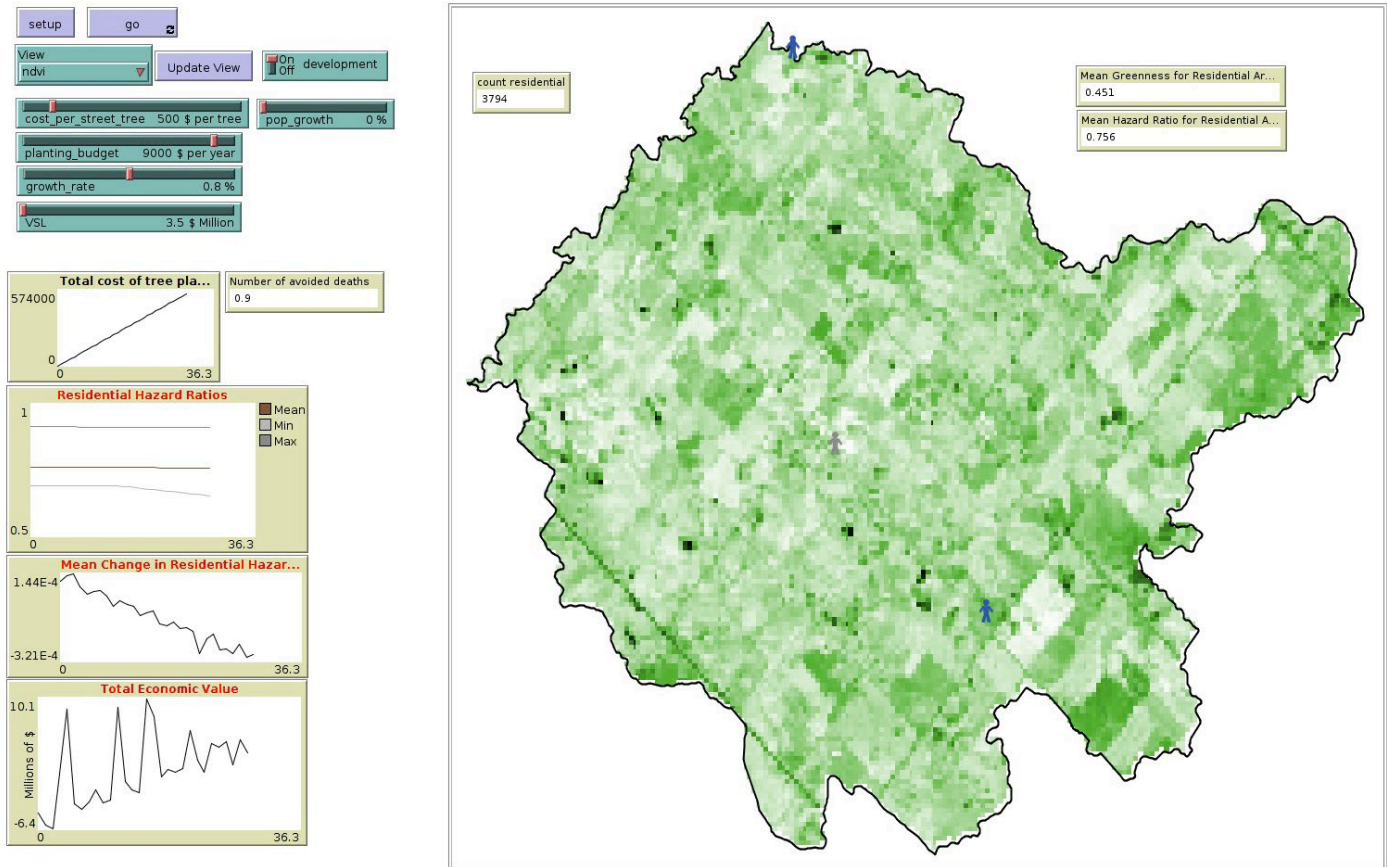


Figure 2. Copie d'écran de la plantation d'arbres dans ce modèle

Le modèle cerne les avantages sanitaires et économiques importants qui peuvent être obtenus par les mesures locales et régionales prises par la communauté de la conservation. Il s'agit notamment des avantages pour le fonctionnement et l'intégrité des écosystèmes, ainsi que des avantages pour la santé et le bien-être des personnes vivant dans le bassin versant.

PROCHAINES ÉTAPES

Nous comptons développer une interface publique en ligne qui permettra aux individus de créer leurs propres scénarios. En utilisant des tableaux de bord distincts pour les communautés urbaines et rurales, les futures itérations du modèle pourraient inclure des scénarios avec des mesures en matière de conservation ou de développement qui mettent en évidence :

- L'exposition réduite à la pollution de l'air, à la chaleur et au bruit
- Les incidences sur les problèmes de santé telles que les maladies cardiovasculaires et l'obésité
- L'augmentation de l'esthétique et des possibilités de loisirs
- L'amélioration de la condition physique ou la récupération après un stress
- Les changements dans la mortalité
- L'augmentation de la pollinisation et des rendements agricoles
- Une meilleure protection contre les inondations

QU'EST-CE QUE CELA SIGNIFIE POUR LES DÉCIDEURS?

- La modélisation basée sur les agents diffère des modèles économiques conventionnels à bien des égards, notamment par sa capacité à tenir compte des différences entre agents biophysiques et agents humains. Des tendances se dégagent du réseau de relations que le modèle englobe.
- Les modèles basés sur des agents qui simulent des situations réelles permettent de dégager de nouvelles réflexions et d'enrichir les discussions concernant les structures des politiques et des programmes, ainsi que d'autres avenues possibles.
- Le processus d'élaboration du modèle est aussi important que l'outil en soi, car il faut réunir une large gamme de parties prenantes ayant des compétences et des perspectives différentes afin de créer un réseau significatif de relations sociales et écologiques que l'on pourra modéliser et tester.
- Éventuellement, de tels modèles peuvent être transformés en « jeux » interactifs qui permettent aux utilisateurs de créer et d'évaluer leurs propres scénarios en manipulant les paramètres du modèle.
- Après l'inclusion au modèle d'une série de mesures de conservation, le personnel de la CVC peut utiliser cet outil pour appuyer une planification de haut niveau basée sur des scénarios qui ciblent les avantages en matière de santé et de bien-être pour les résidents du bassin versant.
- Ce modèle propose aux gestionnaires et aux décideurs des moyens novateurs pour évaluer les services écosystémiques à l'échelle du bassin versant, en complément de l'évaluation monétaire (voir également Bunch, 2016). Ce projet aborde ces dimensions non monétaires par le biais de scénarios qui aident à répondre aux questionnements concernant les résultats potentiels en matière de santé et de bien-être de diverses mesures de conservation à différents endroits et moments dans le bassin versant de la rivière Credit.



The Water Economics, Policy and Governance Network's (WEPGN) overarching goal is to build knowledge and facilitate exchange between social science researchers and partners, thereby increasing the application of research to decision-making and enhancing water's sustainable contribution to Canada's economy and society while protecting ecosystems. WEPGN was established with a SSHRC Partnership Grant. The Network's objectives are to:

- Create a vibrant and multidisciplinary network of **Partnerships** amongst researchers, government agencies and community groups;
- Provide **Insight** by mobilizing knowledge from social science perspectives to improve our understanding of water's role in Canadian society and economy;
- Strengthen **Connections** by facilitating a multidirectional flow of knowledge amongst researchers and partners to promote more efficient and sustainable water management;
- Provide high quality **Training** experiences for students and practitioners with interests in water policy decision-making and management.

This project by Bunch contributes to each of the above objectives, and is a notable example of a project that strengthens connections between researchers and partners to create and share knowledge that promotes efficient and sustainable water management.



POUR JOINDRE LE CHERCHEUR PAR COURRIEL : RESEARCHSPOTLIGHT@CWN-RCE.CA

CONSULTEZ LE RÉPERTOIRE DES RAPPORTS DE RECHERCHE AU CWN-RCE.CA/FR/RAPPORTS-RECHERCHE

RÉDACTION DU RAPPORT

KAREN MORRISON

ÉQUIPE DE RECHERCHE

MARTIN BUNCH, Université York

DIANNE DUPONT, Université Brock

PARTENAIRES

TATIANA KOVESHNIKOVA, MIKE PUDDISTER ET GAYLE SOOCHAN, Credit Valley Conservation

RÉFÉRENCES

BUNCH, M., K. MORRISON, M. PUDDISTER, T. KOVESHNIKOVA ET E. PAUDEL, E. (2016). *Human well-being, ecosystem services and watershed management in the Credit River Valley*. Water Economics, Policy and Governance Network.

BUNCH, M., D. DUPONT ET K. MORRISON, K. (2020A). *A review of conceptual frameworks linking public health and well-being to ecological goods and services in the Credit Valley Watershed*. Water Economics, Policy and Governance Network.

CROUSE, D. L., L. PINAULT, A. BALRAM, P. HYSTAD, P.A. PETERS, H. CHEN, A. VAN DONKELAAR ET COLL. (2017). « Urban greenness and mortality in Canada's largest cities: A national cohort study », *The Lancet Planetary Health*, vol. 1, n° 7, p. e289-e297.

TREASURY BOARD OF CANADA SECRETARIAT. (2007). *Canadian cost-benefit analysis guide: Regulatory proposals*. Ottawa: Queen's Printer's Press Canada.
Tiré de : www.tbs-sct.gc.ca/rtrap-parfa/analys/analys-eng.pdf