

L'aménagement multifonctionnel des bassins de rétention en contexte autoroutier : une optimisation des services écologiques

Jérôme Guay and Martin Lafrance

Volume 143, Number 1, Winter 2019

Colloque sur l'écologie routière et l'adaptation aux changements climatiques : de la recherche aux actions concrètes

URI: <https://id.erudit.org/iderudit/1054124ar>

DOI: <https://doi.org/10.7202/1054124ar>

[See table of contents](#)

Publisher(s)

La Société Provancher d'histoire naturelle du Canada

ISSN

1929-3208 (digital)

[Explore this journal](#)

Cite this article

Guay, J. & Lafrance, M. (2019). L'aménagement multifonctionnel des bassins de rétention en contexte autoroutier : une optimisation des services écologiques. *Le Naturaliste canadien*, 143(1), 100–106. <https://doi.org/10.7202/1054124ar>

Article abstract

The redevelopment of the Félix-Leclerc (A-40) and Laurentienne (A-73) highway interchange in Québec City (Québec, Canada) required the construction of detention and retention basins to regulate the flow of stormwater directed towards drainage systems located downstream of the project. The largest basin was constructed as a retention pond, allowing the permanent presence of water and so an optimization of its ecological functions in an originally ecologically poor environment. The objectives of the development included the control of invasive alien plant species; the creation of habitat for plants and wildlife; the revitalization of the landscape; and the creation of a site that could evolve and mature naturally without human intervention. Properly designed, such basins can provide diverse ecological services, including regulating, provisioning, supporting and socio-cultural services, and, in the context of densification and urban sprawl, they can offer a solution to the inevitable anthropization of surrounding ecosystems. An appreciation by environmental approval and permitting bodies of the value of the environmental services provided by stormwater ponds, would encourage their wider use, and allow a better integration of sustainable development principles into infrastructure projects.

L'aménagement multifonctionnel des bassins de rétention en contexte autoroutier : une optimisation des services écologiques

Jérôme Guay et Martin Lafrance

Résumé

Le réaménagement de l'échangeur des autoroutes Félix-Leclerc (A-40) et Laurentienne (A-73) dans la ville de Québec a nécessité la construction de bassins de rétention pour réguler les débits d'eaux pluviales acheminés vers les réseaux de drainage situés en aval du projet. Le plus grand bassin a été aménagé avec une retenue permanente en vue d'optimiser ses fonctions écologiques dans un environnement caractérisé à l'origine par un milieu écologiquement pauvre. Les objectifs de l'aménagement incluaient la lutte contre les espèces exotiques de plantes envahissantes, la création d'habitats floristiques et fauniques ainsi que la requalification paysagère du site et sa capacité d'évoluer sans intervention humaine en consolidant son caractère naturel. Adéquatement conçus, de tels bassins peuvent fournir une gamme de services écologiques de régulation, socioculturels, de production et de support. Ils offrent une solution à l'anthropisation inévitable des écosystèmes dans un contexte d'étalement urbain et de densification de l'occupation du territoire. La valorisation des services écologiques rendus par les bassins aménagés dans le cadre des processus d'autorisation environnementale inciterait les promoteurs à davantage mettre en œuvre cette pratique et permettrait une meilleure intégration des principes de développement durable aux projets d'infrastructures.

MOTS CLÉS : aménagement faunique, bassin de rétention avec retenue permanente, biodiversité, gestion des eaux pluviales, services écologiques

Abstract

The redevelopment of the Félix-Leclerc (A-40) and Laurentienne (A-73) highway interchange in Québec City (Québec, Canada) required the construction of detention and retention basins to regulate the flow of stormwater directed towards drainage systems located downstream of the project. The largest basin was constructed as a retention pond, allowing the permanent presence of water and so an optimization of its ecological functions in an originally ecologically poor environment. The objectives of the development included the control of invasive alien plant species; the creation of habitat for plants and wildlife; the revitalization of the landscape; and the creation of a site that could evolve and mature naturally without human intervention. Properly designed, such basins can provide diverse ecological services, including regulating, provisioning, supporting and socio-cultural services, and, in the context of densification and urban sprawl, they can offer a solution to the inevitable anthropization of surrounding ecosystems. An appreciation by environmental approval and permitting bodies of the value of the environmental services provided by stormwater ponds, would encourage their wider use, and allow a better integration of sustainable development principles into infrastructure projects.

KEYWORDS: biodiversity, ecological services, retention pond, stormwater management, wildlife management

Introduction

En 2017 s'achevait à Québec, le réaménagement de l'échangeur des autoroutes Laurentienne (73) et Félix-Leclerc (40) amorcé en 2014. Positionné stratégiquement sur le réseau de transport québécois, cet échangeur est le plus fréquenté de la région de la Capitale-Nationale, avec un débit journalier moyen annualisé de 210 000 véhicules (ministère des Transports du Québec [MTQ], non publ.). Parmi les travaux majeurs qu'incluait ce chantier d'envergure (reconstruction de ponts d'étagement, traitement architectural, reconfiguration de bretelles d'accès, aménagement d'écrans visuel et antibruit), la construction d'un bassin de rétention des eaux pluviales avec retenue permanente s'est démarquée par son approche innovante d'optimisation des services écologiques.

Contexte

Enjeux de gestion des eaux pluviales

L'échangeur des autoroutes 40 et 73 s'étend sur près de 40 hectares dans une trame urbaine dense vouée à poursuivre et consolider son développement au cours des prochaines années (Ville de Québec, 2017). Il partage son bassin versant avec de vastes terrains à prédominance commerciale. La réduction du couvert végétal et l'imperméabilisation des sols causées par le développement de ces infrastructures

Jérôme Guay et Martin Lafrance sont biologistes à la Direction générale de la Capitale-Nationale (DGCNAT) du ministère des Transports du Québec (MTQ).

jerome.guay@transports.gouv.qc.ca



Figure 1. État des lieux de l'échangeur des autoroutes 40 et 73 situé dans la ville de Québec avant le réaménagement débuté en 2014. Malgré sa grande superficie, le site n'abrite aucun milieu naturel d'intérêt. Zone hachurée (en blanc, tout à gauche): secteur colonisé par le roseau commun.

entraînent une diminution des processus d'évapotranspiration et d'infiltration des eaux de pluie. Ce phénomène accroît les taux de ruissellement et provoque la hausse des débits dans les réseaux de drainage et dans les cours d'eau récepteurs où sont susceptibles de croître les risques de débordement, d'érosion et de contamination (Gouvernement du Québec, 2012).

Les études préparatoires du réaménagement de l'échangeur des autoroutes 40 et 73 ont démontré l'incapacité des réseaux de drainage en aval du site à recevoir des débits additionnels. Trois bassins de rétention des eaux pluviales ont dû être ajoutés au projet afin d'assurer un contrôle quantitatif des eaux transitant par l'échangeur avant qu'elles soient évacuées dans les réseaux récepteurs. Ces bassins accumulent et entreposent temporairement les eaux pluviales, puis les restituent graduellement à quantité et à vitesse contrôlées (traitement quantitatif). Ils atténuent la hausse des débits attribuables à l'imperméabilisation de nouvelles surfaces et contribuent à diminuer les risques de surcharge des réseaux récepteurs (GENIVAR, 2012).

Le choix du type de bassin de rétention est habituellement guidé par des objectifs hydrauliques ainsi que par des considérations réglementaires déterminées par la sensibilité du milieu naturel aux polluants transportés par les eaux de drainage. Lorsque cette sensibilité n'est pas

jugée préoccupante, un bassin de rétention sans retenue permanente, ou « bassin sec », répond souvent aux critères minimaux de contrôle quantitatif et qualitatif définis par les normes environnementales provinciales. Alors qu'un bassin de rétention avec retenue permanente contient un volume d'eau constant et permet un meilleur traitement qualitatif (retrait de polluants), un bassin sec relâche complètement les eaux de pluie accumulées et son potentiel de traitement qualitatif est, par conséquent, plus faible (Gouvernement du Québec, 2012). Dans l'échangeur des autoroutes 40 et 73, la construction de trois bassins secs aurait suffi au respect des normes liées à la sensibilité du milieu récepteur.

Le milieu récepteur

Avant le réaménagement, près de 65 % (24 hectares) de la surface de l'échangeur était constitué de dépendances vertes essentiellement composées de fossés de drainage et de friches herbacées (figure 1). Aucun cours d'eau, bande riveraine ou milieu humide n'occupait le site, à l'exception de vestiges d'un bassin sec devenu avec le temps un marais de piètre qualité colonisé par le roseau commun (*Phragmites australis*), une espèce exotique envahissante (SNC-Lavalin, 2014).

Malgré leurs vastes superficies, les boucles d'échangeur urbain présentent des environnements souvent hostiles

fournissant peu d'habitats capables d'accueillir une communauté faunique et végétale qui participe à la biodiversité urbaine. En plus d'offrir des paysages homogènes sans grand intérêt visuel, elles n'abritent pas la flore arbustive et arborescente compétitrice nécessaire pour limiter la progression des espèces végétales exotiques et envahissantes.

L'occasion d'améliorer et de valoriser un tel contexte environnemental en y attribuant de nouvelles fonctions écologiques a guidé le choix de l'équipe de conception vers un ouvrage à retenue d'eau permanente pour le plus grand des trois bassins à aménager, plutôt que vers un bassin sec ne répondant qu'aux exigences réglementaires minimales.

Concepts d'aménagements

Diversité faunique et floristique

La retenue permanente rend possible la création d'habitats pour des espèces fauniques qui complètent une partie de leur cycle vital en milieu riverain ou aquatique (Céréghino et collab., 2014). Plusieurs principes d'aménagement ont été appliqués par les concepteurs pour maximiser le potentiel d'occupation par la sauvagine, un groupe faunique pouvant aisément tirer profit d'une étendue d'eau permanente et dont la production est valorisée pour les activités récréatives et cynégétiques.

La forme sinueuse et irrégulière du périmètre combinée à l'ajout de trois îlots permet de maximiser l'étendue de la bande riveraine et d'offrir une superficie d'habitats qui optimise la densité d'occupation faunique et végétale par rapport à des berges linéaires (figure 2). Les pentes variables, les zones d'eau libre et les fluctuations du niveau d'eau génèrent des conditions hétérogènes qui favorisent la diversité des habitats floristiques et améliorent la capacité de l'aménagement à répondre aux besoins divers de la faune aviaire : sécurité, alimentation, reproduction (CIC, 2013). Les îlots, exondés en permanence, offrent un refuge contre la prédation et constituent des sites de nidification privilégiés dans l'étang. Des amas de pierres

et des troncs d'arbres renversés fournissent des aires de repos sécuritaires, une visibilité idéale sur les environs et une source de chaleur prisée par les canards.

Une dizaine de perchoirs en chicots de hêtre américain (*Fagus grandifolia*) ont été érigés dans les zones inondées (figure 3). Ces arbres morts enrichissent et complexifient l'habitat faunique en fournissant une source d'alimentation (invertébrés, champignons, etc.), une aire de repos, des cavités pour la nidification de certaines espèces aviaires et un observatoire privilégié pour les oiseaux de proie.

Parmi les espèces végétales implantées, plusieurs ont été sélectionnées en fonction de leur intérêt pour l'alimentation de la sauvagine. La viorne trilobée (*Viburnum trilobum*) et les érables argentés (*Acer saccharinum*), dont les fruits et les samares sont appréciés des canards et autres espèces aviaires, ont été privilégiés sur les îlots. Le riz sauvage (*Zizania palustris*), une espèce d'eaux dormantes, a également été ensemencé pour contribuer à la diversification de l'offre alimentaire du bassin pour les oiseaux aquatiques.

Lutte contre les espèces exotiques envahissantes

Les conditions hydrauliques des bassins de rétention autoroutiers peuvent offrir un habitat favorable au roseau commun qui tolère bien les inondations temporaires et les sels de déglçage (EPA, 2009). Leur connectivité hydrologique à des fossés déjà colonisés par cette espèce envahissante accentue le risque de prolifération à l'intérieur des aménagements. De nombreux ouvrages de rétention construits auparavant près de l'échangeur des autoroutes 40 et 73 sont aujourd'hui fortement envahis par le roseau (MTQ, non publ.). L'aménagement du nouveau bassin devait prévoir des mesures pour limiter le potentiel d'envahissement.

Les rhizomes de roseau commun supportent mal la présence constante ou prolongée de niveaux d'eau d'une profondeur de plus d'un mètre (Gucker, 2008). Le niveau d'eau permanent du bassin a donc été fixé à un minimum de 1,5 m sur l'ensemble de la superficie. Cette mesure permet de contrer à long terme l'envahissement en compensant, par une profondeur augmentée, l'aggradation du fond due à l'accumulation progressive de sédiments.

Un envahissement par le roseau commun accentuerait les besoins d'entretien des bassins. Dans les secteurs envahis, ses tiges persistantes forment au sol une litière épaisse de plusieurs centimètres lente à se décomposer (Lavoie, 2008). Cette matière organique doit être enlevée régulièrement pour que le volume utile de l'ouvrage soit préservé et que l'intégrité de ses fonctions hydrauliques soit protégée (EPA, 2009). En prévenant l'établissement du roseau commun sur les superficies inondées, une retenue permanente réduit la fréquence et la superficie des entretiens. Elle contribue à limiter les coûts associés aux opérations de même qu'à la gestion des importants volumes de déblais contaminés par les tiges et les rhizomes devant être éliminés à grands frais dans les lieux d'enfouissement spécialisés.

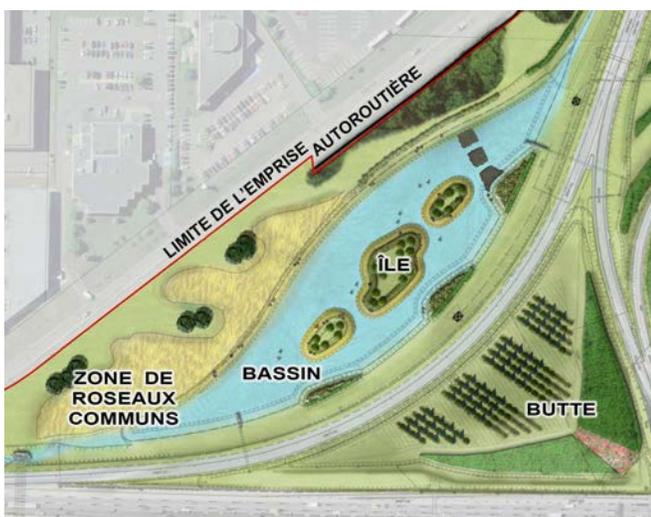


Figure 2. Positions des îlots et sinuosité des berges du bassin de rétention de l'échangeur des autoroutes 40 et 73 situé dans la ville de Québec. Extrait du plan d'aménagement.



Figure 3. Au premier plan : cellule de prédécantation située en amont du bassin de rétention de l'échangeur des autoroutes 40 et 73 situé dans la ville de Québec. Au second plan : vue d'ensemble du bassin de rétention.

La pression d'invasion par la végétation demeure néanmoins présente sur la périphérie exondée et les secteurs peu profonds du bassin. Des espèces aquatiques (p. ex. : *Pontederia cordata*, *Sagittaria latifolia*) et riveraines (p. ex. : *Alnus incana* ssp. *rugosa*, *Cornus stolonifera*) qui occupent les habitats recherchés par le roseau ont été implantées pour former un cortège floristique compétitif dans ces zones vulnérables. Des espèces terrestres choisies en fonction de leur résistance aux embruns salins (p. ex. : *Rhus typhina*, *Alnus viridis* ssp. *crispa*) contribuent elles aussi à limiter l'espace disponible pour le roseau. Ces plantations ont été conçues pour évoluer de façon naturelle sans intervention particulière au-delà de la période d'entretien prévue au contrat de construction.

Pérennité et autonomie des aménagements

Les aménagements fauniques et floristiques ont été conçus pour évoluer librement vers l'acquisition de caractéristiques biophysiques et écosystémiques proches de celles des systèmes naturels. Pour assurer leur pérennité et leur intégrité, les interventions humaines réalisées dans le bassin ou sur ses rives doivent être réduites au minimum. Or, les sédiments provenant des fossés de drainage se déposent dans le bassin lorsque l'eau qui les transporte y pénètre et se diffuse. Des opérations de dragage des particules décantées, particulièrement à l'amont du bassin, sont nécessaires pour éviter son ensablement progressif et conserver son efficacité à long terme (EPA, 2009; Gouvernement du Québec, 2012).

Ces travaux requièrent des machineries lourdes pour lesquelles l'accès aux secteurs ennoyés risque de nécessiter l'enlèvement de la végétation des berges et de provoquer la compaction des sols dans les zones aménagées.

Une cellule de prétraitement des matières en suspension a été construite en amont de l'ouvrage pour prévenir l'impact de ces activités sur le lit et les rives aménagées (figure 3). En concentrant la sédimentation à l'extérieur du bassin principal, le prétraitement rassemble les opérations de retrait des débris et des matières décantées par la machinerie lourde dans un secteur prédéterminé. Il préserve ainsi la bande riveraine et simplifie l'entretien, en plus de réduire les coûts afférents.

Modeler le paysage autoroutier

Le bassin étant vu quotidiennement par les quelque 20 000 automobilistes qui empruntent la bretelle attenante (MTQ, non publ.), sa dimension et le caractère naturel qui se dégage de ses formes et de sa flore en font un objet remarquable du paysage de l'échangeur des autoroutes 40 et 73. Des éléments inhabituels en milieu urbain, comme les chicots de hêtre érigés à même une vaste étendue d'eau libre, participent à sa signature visuelle. Ils rappellent les arbres morts qui peuplent typiquement les marais et les marécages forestiers parfois créés par des perturbations du drainage naturel.

L'excavation d'un bassin de rétention génère une grande quantité de déblais. La disposition de ces sols excédentaires à l'extérieur du chantier peut engendrer des impacts écologiques significatifs – transport lourd et production de gaz à effets de

serre, empreinte des aires de rebut sur les milieux naturels – de même que des coûts majeurs d'évacuation et d'élimination. Dans une perspective d'amélioration du bilan environnemental du projet, les matériaux ont été valorisés à l'intérieur même des limites de l'échangeur. Ils ont été modelés en buttes et en monticules, à titre d'écran visuel ou antibruit, ou dans un objectif esthétique cohérent afin d'enrichir un espace autrefois plat, dénudé et visuellement pauvre. Des massifs arborescents et arbustifs plantés en séquence complètent l'aménagement des nouveaux talus.

L'aspect général du paysage est appelé à évoluer librement. Il ne sera pas sujet à des perturbations récurrentes étant donné l'entretien minimal requis. Avec le temps, la croissance des végétaux arbustifs et arborescents sur les berges du bassin, sur les îlots centraux de même que sur les monticules accentuera le volume et la verticalité du site. Ces nouveaux éléments topographiques et floristiques du paysage contribuent à la sécurité des usagers de la route en favorisant la lisibilité du parcours par les automobilistes et en orientant les déplacements (Dumont et collab., 2016).

Résultats et discussion

Observations et inventaires

De mai 2016 à juin 2017, 51 visites d'inventaire ont été réalisées sur le site par des membres du Club des ornithologues de Québec (COQ). Ces observations ont permis de recenser 63 espèces aviaires dans l'environnement immédiat du bassin. Des activités de nidification ont été confirmées pour 7 d'entre elles (p. ex. : *Branta canadensis*, *Anas platyrhynchos*, *Actitis macularia*), et 8 ont été observées utilisant les chicots (G. Cyr, COQ, comm. pers.). Certaines espèces charismatiques ont aussi pu être aperçues par les usagers de la route, notamment le harfang des neiges (*Bubo scandiacus*), le grand héron (*Ardea herodias*) et le cormoran à aigrettes (*Phalacrocorax auritus*) (figure 4).

Potentiel écologique des bassins de rétention

Le développement et l'étalement des infrastructures urbaines érodent les espaces naturels intra- et périurbains (Hassal, 2014). Avec leur disparition progressive s'amenuisent les services écologiques rendus par les écosystèmes (Limoges, 2009; MDDELCC, 2018). La construction de bassins de rétention aménagés expressément pour produire de tels services, comme celui de l'échangeur entre les autoroutes 40 et 73, peut contribuer à atténuer ces pertes de services écologiques.

Ces derniers sont les bénéfices retirés des fonctions des écosystèmes par la population humaine (De Groot et collab., 2002). Les services de régulation (modération ou régulation des phénomènes naturels), d'approvisionnement (production de biens tangibles), de support (maintien des conditions de base au développement de la vie) et socioculturels (production de biens intangibles, récréatifs, éducatifs ou esthétiques) sont parmi les plus cités (Limoges, 2009; Millennium Ecosystem Assessment, 2005; MDDEP, 2012). Les services de régulation,



Figure 4. Exemple d'espèces aviaires observées dans le bassin de l'échangeur des autoroutes 40 et 73 situé dans la ville de Québec; A) harfang des neiges (*Bubo scandiacus*) perché sur un chicot; b) grand héron (*Ardea herodias*); c) cormoran à aigrettes (*Phalacrocorax auritus*) perché sur un chicot.

par exemple, incluent la capacité des écosystèmes (milieux humides et bandes riveraines, notamment) à réduire l'intensité des crues et à atténuer les risques d'inondation (Gagnon et Gangbazo, 2007; Gouvernement du Québec, 2012). Les bassins de rétention sont conçus pour offrir ces services spécifiques dans les environnements imperméabilisés où les milieux naturels qui les prodiguaient sont disparus ou insuffisants. Alors qu'ils sont optimisés dans une approche de génie civil pour la régulation des débits, les bassins de rétention possèdent un potentiel de services écologiques beaucoup plus large (Moore et Hunt, 2012).

Après le contrôle quantitatif des débits, le contrôle de la qualité de l'eau est le service de régulation le plus valorisé dans la conception d'ouvrages de gestion d'eaux pluviales. Au Québec, un contrôle qualitatif plus performant est exigé lorsque le milieu naturel récepteur est jugé sensible aux sédiments, aux métaux lourds, aux nutriments ou à d'autres polluants (MDDELCC, 2016). Le traitement de la qualité montre de bons résultats lorsque sont combinés la retenue permanente et les marais artificiels (Gouvernement du Québec, 2012). Ils favorisent la filtration, la décantation des matières en suspension et les processus microbiologiques d'absorption des phosphates et des nitrates, des fonctions d'assainissement à l'œuvre dans les milieux humides (MDDEP, 2012). Les sédiments présents dans les eaux de ruissellement sont captés dans l'ouvrage, ce qui limite le colmatage des réseaux d'égouts en aval et aide au contrôle des coûts d'entretien récurrents des infrastructures de drainage. Les milieux humides et les étangs aménagés pour la gestion des eaux pluviales contribuent également aux services de régulation du climat en participant à la séquestration du carbone lorsqu'une végétation émergente est bien représentée (Moore et Hunt, 2012).

Les bassins et les étangs urbains fournissent aussi des services reliés à la biodiversité (European Commission, 2015; Hassal, 2014). Rapidement après leur mise en service, les bassins à retenue permanente sont colonisés par une communauté de macro-invertébrés diversifiée qui fonde une nouvelle chaîne trophique locale. La végétation aménagée ou naturelle procure nourriture, abris et aire de reproduction pour une grande variété d'espèces animales qui complètent

une partie de leur cycle vital dans les habitats riverains ou aquatiques (Jackson et Boutle, 2008). Ces fonctions d'habitat forment la base des services de production faunique. Les inventaires ornithologiques du bassin de l'échangeur des autoroutes 40 et 73 démontrent que des aménagements ciblés peuvent rapidement soutenir une production de sauvagine, et ce, malgré la proximité de l'environnement autoroutier. Des activités de nidification ont été observées au pourtour du bassin chez le canard colvert (*Anas platyrhynchos*) et la bernache du Canada (*Branta canadensis*) dès le printemps 2017 (G. Cyr, COQ, comm. pers.).

Par leurs structures complexes et diverses, souvent de grande superficie, les bassins s'intègrent à un réseau de pas japonais (*stepping stones*) reliant des habitats qui se raréfient dans des secteurs anthropiques (Céréghino et collab., 2014; Hassal, 2014; Moore et Hunt, 2012). Ils soutiennent ainsi la migration et les flux génétiques des populations animales et végétales des villes.

La présence faunique souvent visible par les automobilistes et les riverains sur les chicots ou dans l'étang, de concert avec les qualités paysagères de l'aménagement, enrichit l'expérience des usagers de la route. Cette appréciation esthétique relève d'un service écologique culturel intangible, mais instantanément vécu par les observateurs. La beauté des sites qui revêtent un caractère naturel est généralement recherchée, comme en témoigne son influence positive sur la valeur des évaluations foncières (De Groot et collab., 2002; European Commission, 2015; Moore et Hunt, 2012).

Conclusion

Soumis à d'importantes pressions, les lacs, les rivières et les milieux humides ne composent plus que 3 % du grand bassin versant de la rivière Saint-Charles, le plus densément peuplé du Québec (Cochand, 2014; Gerardin et collab., 2000). Dans de tels contextes, les rares friches urbaines non constructibles, comme celles qu'abritent certaines emprises routières ou certains corridors de transport d'énergie, offrent un potentiel inexploité d'aménagement d'infrastructures vertes adaptées aux besoins des villes. Cette occasion a été saisie par l'équipe multidisciplinaire responsable du réaménagement de l'échangeur des autoroutes 40 et 73. Là où ne subsistait qu'une prairie sèche sans grande valeur écologique, l'aménagement optimisé du plus grand bassin de rétention ennoyé de la région de la Capitale-Nationale a permis de créer de nouveaux services écologiques socioculturels, de régulation, de biodiversité et d'approvisionnement au cœur d'un bassin versant soumis à un développement urbain continu.

Certes, ces services écologiques sont en partie contraints par un environnement fortement anthropisé, source de contaminants, colonisé par des espèces exotiques envahissantes et parsemé d'habitats fragmentés. Néanmoins, ces services sont réels et le contexte anthropique dénué de milieux naturels qui les encadre rend leurs fonctions d'autant plus pertinentes et contributives.

Les avantages indéniables que présente l'optimisation du potentiel écologique des bassins de rétention impliquent

néanmoins des coûts de conception et de réalisation supplémentaires pour la mise en place d'installations fauniques et floristiques, pour les aménagements paysagers et pour les opérations de terrassement. Malgré les montants modérés que représentent ces dépenses (à titre d'exemple, les plantes aquatiques, les amas de pierres et les chicots de hêtre dans le bassin de l'échangeur entre les autoroutes 40 et 73 ont nécessité moins de 0,02 % du budget total du projet de réaménagement), des incitatifs concrets sont indispensables pour stimuler cette pratique. Sans un retour sur les investissements, les aménagements multifonctionnels risquent de demeurer marginaux. L'intégration de la notion de services écologiques à l'analyse environnementale des projets d'infrastructures pourrait contribuer à résoudre ce problème.

Au Québec, lorsque les projets détériorent les milieux humides ou hydriques, des contributions financières proportionnelles aux superficies touchées sont exigées sur la base de la valeur foncière, de la rareté et de l'intégrité des écosystèmes en question. Le montant compensatoire est alors généralement dévolu à l'aménagement ou à la restauration de milieux humides ou hydriques qui entraîneront des bénéfices ailleurs qu'au site même où ces habitats ont été perdus ou dégradés. Bien qu'il puisse contribuer efficacement à la protection des écosystèmes, ce modèle pourrait être avantageusement complété par une approche qui reconnaît, à titre de mesure d'atténuation ou compensatoire, la création ou le maintien de services écologiques à même le site des pertes. La valorisation de ces aménagements inciterait les maîtres d'œuvre à intégrer au processus de conception des mesures innovatrices visant la recherche d'un bilan positif de services écologiques. Elle stimulerait le développement des infrastructures vertes, encouragerait le renforcement de leur valeur environnementale et aiderait à maintenir au sein de la trame urbaine des services écologiques souvent menacés par son étalement et sa densification.

Le succès du bassin de l'échangeur entre les autoroutes 40 et 73 et les connaissances issues de réussites similaires permettent désormais d'adopter un regard plus éclairé sur les services écologiques prodigués par les ouvrages de gestion d'eaux pluviales optimisés. Les promoteurs et les concepteurs, de concert avec les scientifiques et les autorités environnementales, doivent néanmoins poursuivre leur collaboration dans l'objectif d'en encourager l'intégration aux infrastructures. La conception du bassin de l'échangeur entre les autoroutes 40 et 73 témoigne qu'une approche multidisciplinaire qui complète et bonifie les pratiques d'ingénierie permet non seulement de limiter les impacts écologiques des infrastructures, mais également d'associer plus efficacement les principes de développement durable à leur amélioration et leur croissance.

Remerciements

Les auteurs tiennent à remercier Daniel Trottier, Éric Alain, Jean-François Doyon, Yves Bédard et Francis Gauvin pour leur participation à la réalisation du bassin, Gérard Cyr et

Norbert Lacroix du Club des ornithologues de Québec pour le partage de données d'inventaire ornithologique, de même que les évaluateurs scientifiques et l'équipe du *Naturaliste canadien* pour leur contribution à la qualité de cet article. ◀

Références

- [CIC] CANARDS ILLIMITÉS CANADA, 2013. L'étang. Un milieu à conserver et à aménager. Disponible en ligne à : <http://www.canards.ca/assets/2013/01/Etang.pdf>. [Visité le 2018-03-06].
- CÉRÉGHINO, R., D. BOIX, H.-M. CAUCHIE, K. MARTENS et B. OERTELI, 2014. The ecological role of ponds in a changing world. *Hydrobiologia*, 723 : 1-6.
- COCHAND, F., 2014. Impacts des changements climatiques et du développement urbain sur les ressources en eau du bassin versant de la rivière Saint-Charles. Thèse de doctorat, Université Laval, Québec, 213 p. Disponible en ligne à : <https://corpus.ulaval.ca/jspui/handle/20.500.11794/25465>.
- DE GROOT, R.S., M.A. WILSON et R.M.J. BOUMANS, 2002. A typology for the classification, description and valuation of ecosystem functions, goods and services. *Ecological Economics*, 41 (3): 393-408.
- DUMONT, E., P. CHARBONNIER, L. PATTE et R. BREMOND, 2016. Visibilité et lisibilité pour une plus grande sécurité. *Revue Générale des Routes et de l'Aménagement*, 2016 : 46-50.
- [EPA] ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY, 2009. Stormwater wet pond and wetland management guidebook (EPA 833-B-09-001). Disponible en ligne à : <https://www3.epa.gov/npdes/pubs/pondmgmtguide.pdf>. [Visité le 2018-03-07].
- EUROPEAN COMMISSION, 2015. Natural Water Retention Measures, Individual NWRM, Retention ponds. Disponible en ligne à : http://nwrw.eu/sites/default/files/nwrw_ressources/u11_-_retention_ponds.pdf. [Visité le 2018-03-08].
- GAGNON, É. et G. GANGBAZO, 2007. Gestion intégrée de l'eau par bassin versant, Fiche numéro 7, Efficacité des bandes riveraines : analyse de la documentation scientifique et perspective. Disponible en ligne à : <http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/eau/bassinversant/fiches/bandes-riv.pdf>. [Visité le 2018-03-07].
- GENIVAR, 2012. Étude du réseau pluvial existant, état ultime et solutions, Autoroute Laurentienne, Secteur Québec Centre-Ville, Rapport préliminaire (n° GENIVAR : Q115124-6000), 63 p.
- GERARDIN, V., Y. LACHANCE, F. MORNEAU et J. ROBERGE, 2000. Milieux humides et hydrosystèmes du bassin versant de la rivière Saint-Charles : de la nature à la ville, guide d'excursion. Événement du millénaire sur les terres humides, Gouvernement du Québec, ministère de l'Environnement et ministère des Ressources naturelles, Québec, le 9 août 2000, 34 pages. Disponible en ligne à : <http://www.obvcapitale.org/pdf/Guide%20excursion%20VG%20Morneau%20et%20Roberge.PDF>. [Visité le 2018-03-06].
- GOUVERNEMENT DU QUÉBEC, 2012. Guide de gestion des eaux pluviales, Stratégies d'aménagement, principes de conception et pratiques de gestion optimales pour les réseaux de drainage en milieu urbain. Disponible en ligne à : <http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/eau/pluviales/guide.htm>. [Visité le 2018-03-07].
- GUCKER, C.L., 2008. *Phragmites australis*. Fire Effects Information System, U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Research Station, Fire Sciences Laboratory. Disponible en ligne à : <http://www.fs.fed.us/database/feis/>. [Visité le 2018-03-06].
- HASSAL, C., 2014. The ecology and biodiversity of urban ponds. *WIREs Water*, 1 : 187-206. doi:10.1002/wat2.1014.
- JACKSON, J.L. et R. BOUTLE, 2008. Ecological functions within a sustainable urban drainage system. Article présenté à : 11th International Conference on Urban Drainage (11 ICUD), Édimbourg, 31 août - 5 septembre 2008, (non publié). Disponible en ligne à : https://web.sbe.hw.ac.uk/staffprofiles/bdgsa/11th_International_Conference_on_Urban_Drainage_CD/ICUD08/pdfs/309.pdf.
- LAVOIE, C., 2008. Le roseau commun (*Phragmites australis*) : une menace pour les milieux humides du Québec ? Rapport préparé pour le Comité interministériel du Gouvernement du Québec sur le roseau commun et pour Canards Illimités Canada. Disponible en ligne à : https://www.phragmites.crad.ulaval.ca/files/phragmites/PHRAGMITES_Rapport_QCCANILL_2008.pdf. [Visité le 2018-03-11].
- LIMOGES, B., 2009. Biodiversité, services écologiques et bien-être humain. *Le Naturaliste canadien*, 133 (2) : 15-19.
- [MDELCC] MINISTÈRE DU DÉVELOPPEMENT DURABLE, DE L'ENVIRONNEMENT ET DE LA LUTTE AUX CHANGEMENTS CLIMATIQUES, 2016. Fiche d'information – Gestion des eaux pluviales, Exigences relatives à la gestion des eaux pluviales. Disponible en ligne à : http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/eau/pluviales/fiches/Section02_legal_01_exigences.pdf. [Visité le 2018-03-11].
- [MDELCC] MINISTÈRE DU DÉVELOPPEMENT DURABLE, DE L'ENVIRONNEMENT ET DE LA LUTTE AUX CHANGEMENTS CLIMATIQUES, 2018. Rapport sur l'état de l'eau et des écosystèmes du Québec. Disponible en ligne à : <http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/rapportsurleau/index.htm>. [Visité le 2018-03-12].
- [MDDEP] MINISTÈRE DU DÉVELOPPEMENT DURABLE, DE L'ENVIRONNEMENT ET DES PARCS, 2012. Les milieux humides et l'autorisation environnementale. Disponible en ligne à : <http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/eau/rives/milieux-humides-autorisations-env.pdf>. [Visité le 2018-03-11].
- MILLENNIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT, 2005. Ecosystems and human Well-Being: Synthesis. Island Press, Washington D.C. Disponible en ligne à : <http://www.millenniumassessment.org/documents/document.356.aspx.pdf>. [Visité le 2018-07-11].
- MOORE, T.L.C. et W. HUNT, 2012. Ecosystem service provision by stormwater wetlands and ponds – A means for evaluation? *Water Research*, 46 (2012) : 6811-6823. doi:10.1016/j.watres.2011.11.026.
- SNC-LAVALIN, 2014. Rapport final, Gestion des eaux pluviales dans le cadre du réaménagement de l'échangeur Félix-Leclerc/Laurentienne, Étude écologique, identification délimitation et caractérisation des milieux humides et hydriques (Rapport F01, Projet n° 615397), 20 p.
- Ville de Québec, 2017. Schéma d'aménagement et de développement / Révisé, Agglomération de Québec, Second projet, Volume 1. Disponible en ligne à : https://www.ville.quebec.qc.ca/apropos/planification-orientations/amenagement_urbain/sad/docs/SAD-04-2017.pdf. [Visité le 2018-03-08].