

L'INTERDISCIPLINAIRE

JOURNAL SCIENTIFIQUE ÉTUDIANT DE L'INSTITUT EDS



Éditorial

En action pour l'eau et le développement durable

Yuan Zheng Li | Éditrice en chef

De nombreuses communautés autochtones au Canada vivent toujours sans accès à une eau salubre dans un pays où l'eau douce est abondante. Les inondations de ce printemps au Québec nous rappellent que nul ne peut ignorer les risques liés à l'eau. Quels sont les défis posés par l'eau aujourd'hui et demain ? Le dossier spécial met en relief l'eau et ses enjeux écologiques, hydrologiques et sociopolitiques. La section « varia » nous propose une démarche facilitant l'appropriation des Objectifs de développement durable (ODD) par les acteurs locaux.

Jérôme Cerutti et Francis Marleau Donais s'intéressent à la protection de l'eau souterraine qui représente un défi de planification. Leur recherche porte sur le développement d'un indice visant à identifier les aquifères à protéger en priorité dans la communauté métropolitaine de Québec. L'article présente la méthode d'analyse utilisée, le processus et les six critères construits dans l'élaboration de l'indice. Les auteurs soulignent que la démarche multicritère pourrait être adaptée selon les particularités de chaque région. Riadh Mestiri et Julie Nadeau appliquent la démarche intégrée conçue par l'Institut EDS pour l'atteinte des ODD. L'article explique comment cette approche de diagnostic, de mobilisation et d'idéation a permis la collaboration des participants de divers milieux et le développement de pratiques et compétences. Lors de la proposition d'un projet d'aménagement sur le coteau Sainte-Geneviève à Québec, l'expérience de l'application montre que la démarche contribue à développer une vision d'aménagement durable.

Philippe Richard se penche sur le devenir des interactions humains-machines dans le domaine de l'hydrologie. En s'appuyant sur les prévisions hydrologiques des rivières Chaudière et Sainte-Anne émanant des deux systèmes d'interactions, l'auteur illustre les débats autour de la cohérence entre différentes sources d'information et d'expertises diversifiées. L'article se conclut par une réflexion portant sur l'émergence d'un paradoxe du changement de paradigme concernant une discontinuité technologique survenue dans un contexte où le système supervisé est absent. Charlotte Carrier-Belleau et ses collègues s'interrogent sur comment évaluer l'empreinte humaine dans un écosystème complexe. L'article montre que l'utilisation des analyses multivariées et de la cartographie

a permis de mieux comprendre l'impact des pressions environnementales d'origine humaine sur les communautés marines du Saint-Laurent. Les résultats de la recherche indiquent qu'il est nécessaire de mobiliser un ensemble d'expertises et d'intégrer des données de différentes sources pour mieux appréhender la complexité d'un écosystème.

Alexandre Dumais-Dubé aborde les défis relatifs à l'approvisionnement en eau potable dans des communautés autochtones au Canada. Malgré l'intégration des savoirs traditionnels autochtones dans l'évaluation environnementale, la participation des autochtones demeure un enjeu en matière de gouvernance de l'eau. Dans une perspective géopolitique, son étude propose d'identifier les facteurs influençant l'accès à une eau de qualité et les conditions favorables aux pratiques de gestion plus inclusives dans la gestion de l'eau par bassin versant. William Corbin traite des droits de la nature. L'article illustre la reconnaissance par la Nouvelle-Zélande de la qualité de sujet de droit à la rivière Whanganui dans d'un processus de réconciliation avec le peuple maori. Cette rivière est reconnue comme une entité vivante en inscrivant le savoir autochtone dans le cadre de la Loi. L'auteur croit que le Canada pourrait s'inspirer de l'exemple néo-zélandais en matière de législation sur la protection de la nature.

Les auteurs ont proposé des solutions aux enjeux liés aux ODD 6 et 17⁽¹⁾. La recherche de solutions ne relève pas seulement des spécialistes. Pour relever les défis que posent des enjeux complexes, les solutions sont à la portée de chacun d'entre nous. Cela implique d'agir au niveau local tout en tenant compte du caractère mondial de ces enjeux. Espérons que ce numéro permettra de s'informer sur les défis et d'inciter à se remettre en question afin de poser des actions au quotidien.

RÉFÉRENCES

- (1) ODD 6 : Garantir l'accès de tous à des services d'alimentation en eau et d'assainissement gérés de façon durable ; ODD 17 : Renforcer les moyens de mettre en œuvre le Partenariat mondial pour le développement et le revitaliser. Nations unies, s.d. Objectifs de développement durable [en ligne]. Nations unies. <https://www.un.org/sustainabledevelopment/fr/objectifs-de-developpement-durable/> (consulté le 28 août 2019).

6 EAU PROPRE ET ASSAINISSEMENT



Le Saint-Laurent : comment évaluer l'empreinte humaine dans un système complexe | **p.3**

L'unité de priorité de protection (UPP) : une démarche d'analyse multicritère pour identifier les aquifères à protéger | **p.4**

Un nouveau type de droit de la nature : L'exemple de la rivière sacrée Whanganui en Nouvelle-Zélande | **p.5**

La participation des communautés autochtones au sein de la gestion par bassins versants : une perspective des défis géopolitiques de l'approvisionnement en eau potable | **p.6**

Le paradoxe du drone et du bimoteur | **p.7**

Retour sur l'École d'été Biodiver_Cité Québec : Retrouvons le coteau Sainte-Geneviève | **p.8**

L'interdisciplinaire

Le Journal scientifique étudiant L'interdisciplinaire est une initiative des membres-étudiants de l'Institut Hydro-Québec en environnement, développement et société (Institut EDS). Depuis 2009, il fait la promotion d'un dialogue interdisciplinaire sur le développement durable chez la relève universitaire. Proposant des articles scientifiques journalistiques, L'interdisciplinaire est une tribune unique qui laisse place aux débats, aux échanges et aux discussions qui touchent l'environnement, le développement et la société. L'Institut EDS appuie cette démarche des étudiants membres de son Institut.

Les étudiants de tous les cycles et de tous les domaines d'études ont la possibilité de soumettre des articles et de contribuer ainsi à la compréhension des enjeux liés au développement durable. L'interdisciplinaire, publié deux fois par année, est distribué gratuitement sur le campus de l'Université Laval et dans la ville de Québec.

Il est aussi disponible en ligne sur le site Internet de l'Institut EDS ainsi que sur le portail de recherche ARIANE de la bibliothèque de l'Université Laval, et relayé dans la Francophonie par les médias en ligne GaïaPresse et Médiaterre.

L'équipe du journal

Yuan Zheng Li

éditrice en chef, doctorat en sociologie

Guillaume Béliveau-Côté

doctorat en aménagement du territoire et développement régional

Jérôme Cerutti

doctorat en aménagement du territoire et développement régional

William Corbin

baccalauréat en anthropologie

L'Institut EDS

L'Institut Hydro-Québec en environnement, développement et société (Institut EDS) assure la diffusion de la recherche interdisciplinaire en environnement et développement durable, via différentes activités :

- Conférences
- Colloque annuel EDS
- Université d'automne
- École d'été
- Publications

L'Institut EDS soutient la recherche en développement durable :

- Subvention au développement de projets de recherche interdisciplinaires
- Bourses de recherche aux membres étudiants

Il offre aux étudiants une opportunité unique de s'impliquer au sein de son organisation :

- Point focal étudiant
- Conseil de l'Institut
- Comité directeur et scientifique
- Comité du journal L'interdisciplinaire

Partenaires



DÉVELOPPEMENT
DURABLE



Le Saint-Laurent : comment évaluer l'empreinte humaine dans un système complexe ?



Charlotte Carrier-Belleau | charlotte.carrier-belleau.1@ulaval.ca

Doctorat en biologie. Direction : Philippe Archambault

David Beauchesne | david.beauchesne@uqar.ca

Doctorat en océanographie, Université du Québec à Rimouski. Direction : Philippe Archambault

Elliot Dreujou | elliot.dreujou@uqar.ca

Doctorat en océanographie, Université du Québec à Rimouski. Direction : Philippe Archambault

Laurie Isabel | laurie.isabel.1@ulaval.ca

Maîtrise en biologie. Direction : Philippe Archambault

Du flot des Grands Lacs jusqu'aux frontières de l'Atlantique, le Saint-Laurent joue un rôle inestimable dans la vie de la population qui borde ses rives. Cependant, les pressions environnementales découlant des activités anthropiques se multiplient, posant un énorme défi nécessitant de nouvelles approches et techniques adaptées à une complexité grandissante.

Le Saint-Laurent, composé d'un fleuve, d'un estuaire et d'un golfe, est un système complexe lorsqu'on considère ses caractéristiques environnementales, ses processus océanographiques, ainsi que son portrait écologique et socio-économique⁽¹⁾. Cet écosystème est caractérisé par un ensemble d'habitats diversifiés englobant une richesse d'espèces et de communautés marines⁽²⁾. Le Saint-Laurent fournit un nombre important de services (p. ex. voie de transport maritime, fonctions de recyclage et de régularisation, ressources naturelles, patrimoine socioculturel, etc.) et participe au développement économique canadien⁽³⁾.

Cependant, l'intensification de l'empreinte humaine, à travers les différentes activités du Saint-Laurent, entraîne d'importants changements sur la structure des communautés marines⁽⁴⁾. Le développement de zones industrialo-portuaires, qui est en plein essor, représente un facteur majeur⁽⁵⁾ et occasionne des pressions sur les systèmes adjacents, notamment des rejets d'eaux usées, des déversements accidentels d'hydrocarbures, ainsi que des apports d'éléments nutritifs⁽⁶⁾.

Activités locales et pressions sur la biodiversité

Pour mieux comprendre l'effet des activités anthropiques sur les écosystèmes adjacents, les études écologiques s'intéressent fréquemment à détecter la présence d'influences d'origine humaine dans ces écosystèmes. Pour ce faire, plusieurs paramètres de « santé » d'un écosystème peuvent être utilisés; le nombre d'espèces présentes est l'un des plus communs. Un exemple dans le Saint-Laurent peut être celui de la baie des Sept Îles. Des zones à proximité de ports industriels (zones anthropisées) ont été comparées à des zones en dehors de la baie (zones de référence). Les membres de l'équipe du laboratoire benthique du professeur Archambault ont détecté un nombre supérieur d'espèces benthiques (organismes vivant dans les fonds) en zone anthropisée qu'en zone de référence (21 et 11 respectivement). Ce résultat est relativement contre-intuitif si l'on se base sur le principe généralement admis qui stipule que plus il y a d'espèces, meilleure est la santé du milieu⁽⁷⁾.

De cette manière, ce résultat montre bien qu'il est inadéquat d'étudier une communauté biologique complexe en ne considérant qu'un seul indicateur (nombre d'espèces). Il est donc impératif d'utiliser des analyses multivariées calculant des similarités au sein de communautés biologiques. À Sept-Îles, ces analyses ont démontré que, prises dans leur globalité, les communautés benthiques des zones anthropisées et de références étaient différentes. L'espèce la plus abondante en milieux anthropisés était une espèce opportuniste : le vers annélide *Micronephthys neotena*, alors que les milieux non anthropisés étaient dominés par une espèce sensible aux perturbations : le bivalve *Spisula solidissima*. Ainsi, nous avons constaté que les activités humaines favorisent l'établissement d'espèces tolérantes aux perturbations, ce qui expliquerait l'augmentation du nombre d'espèces en zones anthropisées.

Caractériser l'ensemble du Saint-Laurent

Pour mieux comprendre l'impact des pressions environnementales d'origine humaine sur les communautés marines, il est nécessaire d'identifier et de caractériser l'intensité de ces pressions tout en tenant compte de leur potentiel d'interaction. De tels efforts ont permis récemment de cartographier l'intensité du chevauchement spatial des pressions environnementales (Fig.1). Ces résultats ont identifié les zones particulièrement exposées à de multiples pressions, ce qui permet de déterminer les communautés les plus à risque. D'autres analyses ont permis de distinguer quatre communautés benthiques dans le Saint-Laurent maritime qui se distinguent par leur composition en espèces et par l'abondance de chacune d'entre elles (Fig.1). Différentes pressions caractérisent ces quatre communautés et pourraient expliquer les divergences de composition en espèce. La première

l'hypoxie (diminution du taux d'oxygène), l'acidification (diminution du pH) et le transport maritime comme pressions dominantes s'est avérée être la plus affectée. L'état de la deuxième communauté s'apparente à la première, avec toutefois comme pression dominante des anomalies de températures. À l'inverse, les troisième et quatrième communautés, caractérisées par les pêcheries, sont globalement celles où les intensités de pressions sont les plus faibles.

« L'intensification de l'empreinte humaine, à travers les différentes activités du Saint-Laurent, impose d'importants changements sur la structure des communautés marines »

En définitive, saisir la complexité d'un écosystème comme celui du Saint-Laurent nécessite un ensemble d'expertises et d'approches. Effectivement, certaines études ont cherché à caractériser les impacts de multiples pressions d'origine humaine, à différentes échelles biologiques, en intégrant des approches écologiques et physiologiques. Ces approches intégratives, jumelées à l'acquisition de données environnementales, issues d'observatoires en direct, aux caractérisations locales et régionales de pressions environnementales et de biodiversité, permettent de mieux appréhender l'ensemble de cet écosystème en vue d'une gestion améliorée.

RÉFÉRENCES

- (1) Dufour, R. et Ouellet, P., 2007. Rapport d'aperçu et d'évaluation de l'écosystème marin de l'estuaire et du golfe du Saint-Laurent. *Rapport technique canadien des sciences halieutiques et aquatiques 2744F*, vii + 123 p.
- (2) Archambault, P., Snelgrove, P.V.R., Fisher, J.A.D., Gagnon, J.-M., Garbary, D.J., Harvey, et collab., 2010. From Sea to Sea: Canada's Three Oceans of Biodiversity. *PLoS ONE*, 5 (8), e12182.
- (3) Archambault, P., Schloss, I.R., Grant, C., Plante, S., 2017. *Les hydrocarbures dans le golfe du Saint-Laurent – Enjeux sociaux, économiques et environnementaux*. Notre Golfe, Rimouski, Qc, Canada, 324 p.
- (4) Worm, B., Barbier, E.B., Beaumont, N., Duffy, J.E., Folke, C., Halpern, B.S., Jackson, J.B.C., Lotze, H.K., Micheli, F., Palumbi, S.R., Sala, E., Selkoe, K.A., Stachowicz, J.J. et Watson, R., 2006. Impacts of biodiversity loss on ocean ecosystem services. *Science*, 314 (5800), 787-790.
- (5) Stratégie maritime, 2016. *Développer des zones industrialo-portuaires* [en ligne]. Transports Québec – Stratégie maritime. <https://strategie maritime.gouv.qc.ca/grandes-orientations/economie/developper-des-zones-industrialo-portuaires-afin-dameliorer-la-competitivite-de-nos-entreprises/> [consulté le 26 juillet 2019].
- (6) Beauchesne, D., Grant, C., Gravel, D., Archambault, P., 2016. L'évaluation des impacts cumulés dans l'estuaire et le golfe du Saint-Laurent : vers une planification systémique de l'exploitation des ressources. *Le Naturaliste Canadien*, 140 (2), 45-55.
- (7) European Commission, 2019. *Good Environmental Status - Biodiversity* [en ligne]. European Commission. https://ec.europa.eu/environment/marine/good-environmental-status/descriptor-1/index_en.htm [consulté le 22 août 2019].

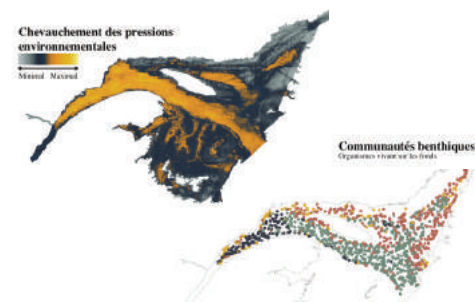


Figure 1: Caractérisation des communautés benthiques et des pressions environnementales dans le Saint-Laurent.

L'unité de priorité de protection (UPP) : une démarche d'analyse multicritère pour identifier les aquifères à protéger



Jérôme Cerutti | jerome.cerutti.1@ulaval.ca

Doctorat en aménagement du territoire et développement régional. Direction : Manuel J. Rodriguez

Francis Marleau Donais | francis.marleau-donais.1@ulaval.ca

Doctorat en aménagement du territoire et développement régional. Direction : Roxane Lavoie

Projet réalisé avec Stéphanie Caron et Laurie Vallières dans le cadre de l'essai-laboratoire de maîtrise en aménagement du territoire et développement régional, sous la direction de Roxane Lavoie.

L'eau souterraine est une ressource invisible : elle est présente partout sous nos pieds, mais est souvent ignorée. Elle est essentielle aux écosystèmes et au développement de nos sociétés. Cependant, où et comment protéger cette ressource représente un défi de planification. L'eau souterraine représente plus de 95% de l'eau douce facilement exploitable sur Terre⁽¹⁾. Elle circule dans le sol à travers des aquifères qui sont des formations géologiques (roc, argile, etc.) saturées en eau⁽²⁾. Elle est un maillon du cycle de l'eau et sa résurgence du sol représente le débit de base d'un cours d'eau⁽³⁾.

Cependant, les différentes activités anthropiques affectent l'eau souterraine⁽⁷⁾ et le suivi de sa qualité requiert d'importants moyens financiers et technologiques⁽⁸⁾. Cela s'est traduit par une méconnaissance de l'eau souterraine par les aménagistes qui gèrent la répartition des activités sur le territoire⁽⁴⁾. Dès lors, comment favoriser la prise en compte de l'eau souterraine dans le développement du territoire, afin d'assurer la pérennité de la qualité et de la quantité de l'eau souterraine dans la perspective des objectifs de développement durable ?

« L'UPP permet d'identifier les aquifères prioritaires à protéger sur l'ensemble du territoire de la communauté métropolitaine de Québec (CMQ) en se basant sur un ensemble d'éléments qualitatifs et quantitatifs. »

L'objectif du présent projet de recherche est de développer un indice : l'unité de priorité de protection (UPP) qui permet d'identifier les aquifères prioritaires à protéger sur un territoire donné. En se basant sur un ensemble d'éléments qualitatifs et quantitatifs, l'UPP a été développé en 2015 pour le territoire de la communauté métropolitaine de Québec (CMQ). Cette démarche d'aide à la décision se base sur l'analyse multicritère ; une famille de méthodes qui permet de comparer de façon objective et rigoureuse un ensemble d'éléments (critères) et de structurer des problèmes (p. ex. priorisation des aquifères à protéger) de manière pluridisciplinaire⁽⁹⁾. Plus précisément, la méthode d'analyse multicritère MACBETH (Measuring Attractiveness by a Categorical Based Evaluation Technique⁽¹⁰⁾) a été utilisée dans le projet. Basé sur l'attractivité relative (jugement

qualitatif d'un individu ou d'un groupe) d'un critère par rapport à un autre, la méthode MACBETH permet d'agrèger les différents critères sur une échelle cardinale.

Afin de développer l'UPP, un atelier d'aide à la décision multicritère a été organisé avec cinq experts en eau souterraine. Ceux-ci provenaient de la Ville de Québec, de la CMQ, de l'Université Laval, du Réseau québécois sur les eaux souterraines et du ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte aux changements climatiques. À partir des préoccupations exprimées par les professionnels et des données issues des projets d'acquisition de connaissances sur les eaux souterraines (PACES) du Gouvernement du Québec, six critères ont été construits pour évaluer la priorité de protection.⁽¹⁾ Le potentiel de l'aquifère qui est évalué selon le type d'aquifère (roc fracturé ou dépôts meubles) et son épaisseur.⁽²⁾ La qualité de l'eau qui est définie selon les paramètres de toxicité et les critères de potabilité de Santé Canada.⁽³⁾ La recharge qui exprime la quantité d'eau qui s'infiltré dans le sol.⁽⁴⁾ La résilience qui reflète le confinement d'un aquifère, c'est-à-dire s'il est naturellement protégé par une formation géologique imperméable.⁽⁵⁾ La vulnérabilité qui se base sur l'indice DRASTIC⁽¹¹⁾. Enfin, l'utilisation qui traduit l'utilisation actuelle de l'eau par les différentes activités humaines.⁽⁶⁾ Ensuite, les résultats de l'analyse multicritère ont été intégrés à un système d'information géographique, afin de facilement visualiser et identifier à l'aide d'une carte les aquifères à protéger en priorité dans la CMQ (figure 1).

En conclusion, cette démarche a permis de construire un indice, afin d'identifier les aquifères prioritaires à protéger dans le territoire de la CMQ, selon les expertises et les connaissances d'un groupe de professionnels en eau souterraine. Le développement de l'UPP représente ainsi la première étape dans l'élaboration d'une démarche de protection de l'eau souterraine. L'UPP a été développé selon le contexte spécifique de la CMQ. Par ailleurs, la démarche proposée pourrait être adaptée selon les particularités de chaque région.

RÉFÉRENCES

- (1) Baechler, L., 2012. La bonne gestion de l'eau: un enjeu majeur du développement durable. *L'Europe en Formation*, 365(3), 3.
- (2) Ressources naturelles Canada, 2013. Eaux souterraines et aquifères.
- (3) Misra D., Daanen R.P. et Thompson A.M., 2011. Base Flow/Groundwater Flow. dans: Singh V.P., Singh P., Haritashya U.K. (Dir). *Encyclopedia of Snow, Ice and Glaciers. Encyclopedia of Earth Sciences Series*. Dordrecht: Springer.
- (4) Zektser, I. S. et Everett, L. G., 2004. Groundwater resources of the world and their use. Paris: International Hydrological Programme, UNESCO.
- (5) MDDELCC, 2015. Programmes de recherche sur la connaissance des eaux souterraines.
- (6) MELCC, 2019. Répertoire de tous les réseaux municipaux de distribution d'eau potable.
- (7) Foster, S. et Cherlet, J., 2014. The links between land use and groundwater - Governance provisions and management strategies to secure a "sustainable harvest" (No. 6; p. 20).
- (8) Tuinhof, A., Foster, S., Kemper, K., Garduño, H. et Nanni, M., 2006. *Groundwater monitoring requirements for managing aquifer response and quality threats*. Briefing Notes Series n°9.
- (9) Beinat, E. et Nijkamp, P. (1998). *Multicriteria Analysis for Land-Use Management*. Springer Science & Business Media.
- (10) Bana e Costa, C., De Corte, J.-M., et Vansnick, J.-C., 2004. *On the Mathematical Foundations of Macbeth*. London: LSE, Department of Operational Research.
- (11) MDDELCC, 2019. Méthode DRASTIC pour l'évaluation de la vulnérabilité intrinsèque de l'eau souterraine.
- (12) Caron, S., Cerutti, J., Marleau Donais, F., et Vallières, L., 2016. *Eau souterraine une planification à la source de la protection*. Essai (Maîtrise). Université Laval.

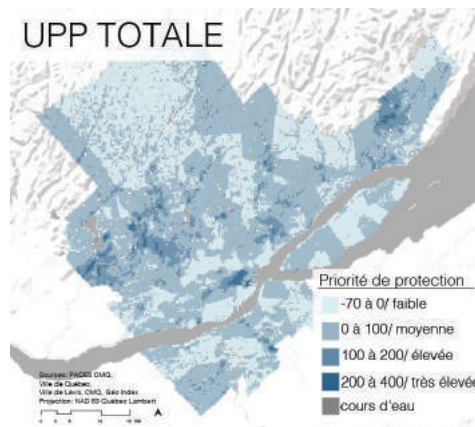


Figure 1 : Unité de priorité de protection dans la CMQ ⁽¹²⁾

Un nouveau type de droit de la nature : L'exemple de la rivière sacrée Whanganui en Nouvelle-Zélande



William Corbin | william.corbin.1@ulaval.ca
Baccalauréat en anthropologie

« *Ko au te awa, ko te awa ko au* », proverbe māori signifiant « Je suis la rivière et la rivière est moi ».

L'environnement est aujourd'hui l'un des sujets les plus chauds de l'actualité. De plus en plus, les consciences s'éveillent et des actions sont entreprises aux quatre coins du monde, afin de changer la tangente mondiale. Se rapprochant de l'écologie intégrée, le gouvernement de la Nouvelle-Zélande a fait le pari qu'il fallait, pour aboutir aux objectifs de développement durable et de protection de l'environnement, intégrer à la législation différents types de savoirs⁽¹⁾. En 2017, il a donc adopté une loi très particulière, fruit d'une longue négociation entre plusieurs instances politiques et légales, autochtones comme non-autochtones⁽²⁾. Cette nouvelle loi, nommée *Te Awa Tupua* - qui renvoie à l'« ensemble indivisible et vivant, englobant tous les éléments physiques et métaphysiques de la rivière »⁽³⁾ -, reconnaît la rivière sacrée Whanganui, longue de 300 km, comme une personne morale dotée de droits juridiquement défendables.



Te Awa Tupua

Rédigée en anglais et en māori, la loi est très particulière, autant juridiquement que socialement en ce que le gouvernement reconnaît la cosmologie māori, et donc, le principe d'indivisibilité entre les humains et la terre⁽⁵⁾. Pour les Māori, la nature est vue comme un ancêtre, quelqu'un avec qui ils entretiennent une relation d'interdépendance, comme le montre le proverbe māori « *Ko au te awa, ko te awa ko au* », signifiant « Je suis la rivière et la rivière est moi »⁽⁶⁾. Ce qui pour nous représente une bande de terre ou une simple rivière représente tout un monde pour les riverains⁽⁷⁾, idée qui correspond mal à la conception occidentale de la propriété.

Non seulement cette nouvelle entité est désormais considérée comme une personne morale, avec des droits et des devoirs, mais elle est aussi protégée par deux gardiens, un choisi par le gouvernement et un autre par les tribus locales. Ces derniers veillent à la bonne santé de la rivière et parlent en son nom⁽⁸⁾.

Cosmologie māori

Comme mentionné plus haut, les différents éléments de la nature sont considérés comme des ancêtres pour les Māori : « *We are defined by our ancestral mountain, our ancestral rivers and our ancestral land. They are the source of our wellbeing - spiritually, intellectually and physically. We do not separate our wellbeing from their wellbeing (...) Nor can we possess them. (...) We belong to them. (...) All the elements of the natural world (...) as well as people and wars are descended from a common ancestor, the supreme god* »⁽⁹⁾.

Cette relation d'interdépendance s'inscrit dans des relations de parenté inclusives en vertu du principe de *whanaungtanga*. Ces liens lient les vivants comme les morts, mais aussi la terre, les divers éléments du paysage, l'eau, la faune, la flore et toutes les entités du monde spirituel, dieux inclus. Tous sont connectés par un système généalogique très sophistiqué, le *whakapapa*⁽¹⁰⁾. Cette interdépendance appelle à des obligations réciproques : la nature prend soin de nous et nous prendrons soin de celle-ci en retour. Cette vision est bien différente de la conception moderne qui voit l'être humain comme étant supérieur à la nature, la modelant et l'exploitant au gré de ses désirs.

Une nouvelle forme de protection

Par la reconnaissance de cette nouvelle entité juridique, le gouvernement a innové en matière de protection de l'environnement, tout en accordant une reconnaissance aux communautés māori. D'une part, la rivière est désormais complètement protégée, autant par la loi que par les locaux. D'autre part, cette reconnaissance fait partie des mesures de réparation du gouvernement néo-zélandais envers les Māori pour les torts subis pendant la colonisation, en leur redonnant un contrôle sur des terres volées au cours des deux derniers siècles. Cette nouvelle loi permet donc de faire le pont entre des préoccupations sociales et environnementales de premier plan. En reconnaissant la cosmologie māori, en utilisant leurs concepts pour décrire la nature dans

la loi visant à la protéger, les législateurs ont fait d'une pierre deux coups : ils protègent autant la nature que les riverains. Reconnaître les relations particulières des Māori avec la nature, c'est aussi valoriser leur culture et leur identité. L'exemple de la Nouvelle-Zélande démontre comment l'on peut balancer adéquatement intérêts économiques, sociaux et environnementaux.

« le gouvernement de la Nouvelle-Zélande (...) a adopté une loi très particulière (...) nommée *Te Awa Tupua* (...) qui reconnaît la rivière sacrée Whanganui (...) comme une personne morale, dotée de droits juridiquement défendables ».

Puisque ce genre de loi met l'emphase sur les responsabilités que nous avons envers la nature, nous devrions peut-être nous en inspirer et développer une nouvelle vision de l'environnement et de sa protection. Deux autres fleuves ont acquis le statut de personne morale, soit les fleuves Gange et Yamuna, en Inde. Reste à voir comment ces lois prendront forme concrètement et quels en seront les effets. Le Canada pourrait certainement s'inspirer de cette situation pour le développement de la législation concernant la protection de la nature en lien avec les Premières Nations.

RÉFÉRENCES

- (1) Barataud, F., Arrighi, A. (2015). Mettre cartes sur table et parler de son territoire de l'eau : un enjeu pour les acteurs ? *Vertigo. La revue électronique en sciences de l'environnement*, 15, (3). (En ligne). <https://id.erudit.org/iderudit/1035877ar> (Consulté le 10 juillet 2019).
- (2), (4), (7) Iorns Magallanes, C. (2015). Nature as an ancestor : two examples of legal personality for nature in New-Zealand. *Vertigo - La revue en sciences de l'environnement, Hors série - 22*. (En ligne) <http://journals.openedition.org/vertigo/16199>. (Consulté le 7 mai 2019).
- (3), (5), (6), (8), (9), (10) aylan, F. (2018). Droits des peuples autochtones et communs environnementaux : le cas du fleuve Whanganui en Nouvelle-Zélande. *Annales des Mines - Responsabilité et environnement*, 92 (4). (En ligne). <https://www.cairn.info/revue-responsabilite-et-environnement-2018-4-pages-21.htm>. (Consulté le 10 juillet 2019).

La participation des communautés autochtones au sein de la gestion par bassins versants : une perspective des défis géopolitiques de l'approvisionnement en eau potable



Alexandre Dumais-Dubé | alexandre.dumais-dube.1@ulaval.ca
Maîtrise en sciences géographiques avec mémoire. Direction : Nathalie Gravel

L'intégration des savoirs traditionnels autochtones est désormais considérée comme une pratique décisive lors d'évaluation environnementale des ressources naturelles au Canada. Toutefois, la participation des communautés autochtones relève, à ce jour, de nombreux enjeux géopolitiques en matière de gouvernance de l'eau.

Lors de sa dernière campagne électorale, le gouvernement libéral de Justin Trudeau s'était engagé à fournir de l'eau potable à toutes les communautés autochtones du Canada d'ici 2021. Toutefois, l'accès à une eau de qualité demeure une préoccupation majeure et de plus en plus urgente. Au moment d'écrire ces lignes, 57 communautés autochtones sont affectées par un avis d'ébullition ou de non-consommation d'eau. Parmi celles-ci, 21 de ces avis dureraient depuis plus de 10 années⁽¹⁾. D'ailleurs, l'Organisation des Nations unies aurait identifié une corrélation proposant que les groupes ethniques ayant une identité autochtone aient un accès plus limité à l'eau de façon globale et seraient rarement impliqués en tant que collaborateurs dans des discussions significatives sur les politiques de l'eau⁽²⁾.

Pourtant, la littérature scientifique a démontré à plusieurs reprises la nécessité d'adopter une approche intégrée afin de contrer « la nature traditionnellement fragmentée de la responsabilité de gestion sur les terres et les ressources en eaux »^(3, p.371). Or, les frontières juridictionnelles se chevauchent souvent, mais elles coïncident rarement avec les limites écologiques du territoire visé, une gestion coordonnée de cette ressource entre les différentes parties prenantes est alors impérative.

En dépit des nouvelles connaissances acquises sur les enjeux sociaux associés à l'eau au cours des dernières années⁽⁴⁾, les récentes initiatives du gouvernement fédéral ne reconnaissent pas les organismes de bassins versants comme un moyen efficace d'améliorer la qualité de l'eau potable, et donc, d'éliminer les avis d'ébullition d'eau. En effet, les communautés autochtones relèvent de la compétence fédérale en vertu de la *Loi sur les Indiens*, qui stipule que les réserves et les *fonds fiduciaires* sont gérés exclusivement par le gouvernement fédéral. Conséquemment, en dépit de la mise en application des lois provinciales sur la qualité de l'eau potable (GIRE), celles-ci demeureraient sans effet pour la majorité des communautés autochtones. Par conséquent, l'absence d'une loi (fédérale) sur la qualité de l'eau, à l'échelle canadienne, occasionnerait un faible niveau de gouvernance locale des ressources hydriques dans les *réserves indiennes*.



Élément visuel : Conseil des Atikamekw de Opitciwan, 2013

Dans le cadre de cette recherche, nous nous intéressons à savoir pourquoi il est aussi fréquent que certaines communautés autochtones du Canada soient confrontées à un problème d'approvisionnement en eau potable. Somme toute, cette ressource ne demeure-t-elle pas relativement fréquente et accessible au pays?

Pour ce faire, plusieurs méthodes ont été mobilisées. Parmi celles-ci, une revue de la littérature scientifique et l'analyse de discours de documents légaux, textes de loi et de publications gouvernementales ont été en principale importance. Par la suite, des entretiens semi-dirigés et des focus-groupes ont été organisés avec des acteurs des communautés visées afin de mieux caractériser l'amplitude de la problématique.

« L'absence d'une loi (fédérale) sur la qualité de l'eau, à l'échelle canadienne, occasionnerait un faible niveau de gouvernance locale des ressources hydriques dans les réserves indiennes ».

À priori, certaines communautés autochtones percevraient les cadres provinciaux comme une abrogation à leurs droits inhérents à l'autodétermination, à leurs droits ancestraux ou à leurs traités et choisissent de ne pas participer dans les comités de bassins versants. Alors que d'autres communautés sont géographiquement exclues des organisations de protection par bassins hydrographiques désignées. D'ailleurs, le comité spécial sur l'autonomie politique des *Indiens* affirma que « le Gouvernement fédéral a reconnu officiellement que les peuples autochtones ont leurs propres formes légitimes d'institutions politiques »⁽⁵⁾. Parmi celle-ci, le *Miyupimeastissiu* ou le *Mino-Pimatisiwin* (en langue *Anishnabeg*) sont tous deux des concepts du

bien-être communautaire qui peuvent prendre une place importante dans le processus décisionnel par l'intégration d'acteurs non étatiques ou politiques.

De plus, certaines autorités gouvernementales, provinciales et régionales ne peuvent contenir leurs malaises lorsqu'il est temps de négocier des ententes de collaboration ou de participation. Principalement en raison du jeu de paliers gouvernementaux régissant les compétences relatives à la GIRE. Il faut ajouter que les négociations de la gestion des ressources s'incorporent dans un contexte politique de revendication territoriale des territoires ancestraux, où les instances provinciales partagent souvent un sentiment d'exclusion lors de ces négociations.

Par conséquent, l'objectif de cette recherche est d'identifier les facteurs et conditions qui seraient susceptibles d'affecter l'accès à une eau de qualité dans le cadre légal et administratif des communautés autochtones. En somme, l'identification de ces facteurs pourrait servir à conceptualiser une gestion plus inclusive des ressources en eau, tout en favorisant une participation des acteurs et parties prenantes quant à la gestion de celles-ci dans un contexte d'institutionnalisation des pouvoirs locaux.

RÉFÉRENCES

- (1) Santé Canada et Services aux Autochtones Canada, 2019. *Lever les avis à long terme sur la qualité de l'eau potable* [en ligne]. <https://www.sac-isc.gc.ca/fr/15066514143353/1533317130660> [consulté en juillet 2019].
- (2) Rizvi, Zehra et Adamowski, Jan (2013) First Nation capacity in Québec to practise integrated water resources management. Department of Bioresource Engineering, McGill University, *International Journal of Water*, 7 (3) 161-190.
- (3) Tollefson, C. et Wipond, K. (1998) Cumulative environmental impacts and aboriginal rights, *Environmental Impact Assessment Review*, 18 (4) 371-390.
- (4) Canada, Environment and Sustainable Development (2005) Commissioner of the Environment and Sustainable Development: Chapter 5 Drinking Water in First Nations Communities, Office of the Auditor General of Canada, 2005, Ottawa.
- (5) Canada, Moss, W. et Gardner-O'Toole, E. (1987) Les Autochtones: historique des lois discriminatoires à leur endroit, Division du droit et du gouvernement, Novembre 1987 (révisé en novembre 1991).

Le paradoxe du drone et du bimoteur



Philippe Richard | philippe.richard.6@ulaval.ca
 Doctorat en génie des eaux. Direction : François Anctil

L'intelligence artificielle est de plus en plus présente dans nos vies, dans la science et dans le domaine de l'eau. L'hydrologie n'est pas indifférente à cette nouvelle réalité.

Introduction

Le domaine de l'hydrologie est en constante évolution. Doté d'une puissance de calcul toujours croissante et d'une automatisation intégrale, il devient désormais possible de se priver de l'expertise humaine pour faire des prévisions hydrologiques sur nos rivières. Cette nouvelle réalité cadre avec un changement de paradigme concernant l'intelligence artificielle et nous pousse à nous questionner sur le potentiel de déshumanisation émanant de ces nouvelles innovations⁽¹⁾, ainsi que sur le devenir des rôles et des interactions humains-machines futures en regard de systèmes toujours de plus en plus complexes. Cet article a comme objectif de mettre en lumière, à l'aide d'un système complètement automatisé de prévisions hydrologiques, développé sur une dizaine d'années par une équipe de l'Université Laval et d'un système inclusif de prévisions hydrologiques du Gouvernement du Québec, les enjeux de ce changement de paradigme et de terminer par l'émergence d'un nouveau paradoxe contemporain.

« La diversité des sources d'information des prévisions hydrologiques soulève un débat auprès des agences de prévisions et de la communauté scientifique. Le débat porte sur la cohérence et l'expertise associées aux prévisions. »

Contexte

Il existe, selon Pagano et al.⁽²⁾, trois catégories de systèmes d'interactions humain-machine distincts qui interviennent en hydrologie prévisionnelle ; soit des systèmes qui sont inclusifs, passifs et supervisés. Ces systèmes se comparent par analogie à la manière de piloter un avion. Le système inclusif correspond à un avion bimoteur, pour lequel il est nécessaire de piloter et interagir pour assurer son bon fonctionnement. Le second système est complètement automatisé et ne requiert aucune intervention humaine. Ce système se compare à un drone intelligent sans pilote qui accomplit toutes les tâches qui lui sont programmées et dictées. Le dernier système est analogue au poste de commande d'un avion de ligne qu'il est possible de contrôler automatiquement et manuellement à l'aide d'indicateurs de bon fonctionnement et d'une connaissance approfondie de ses limitations.

Problématique

La problématique survient dans un contexte où les deux premiers systèmes coexistent (inclusif et passif) et donnent en parallèle deux prévisions indépendantes et différentes. Le premier système profite de l'expérience et des connaissances d'un prévisionniste hydrologue, et le second explore, à l'aide de plusieurs modèles et d'une approche entièrement automatisée, une diversité de combinaisons donnant un portrait plus global des prévisions hydrologiques. Pour illustrer ces propos, la figure 1.a montre un exemple concret où trois prévisions différentes^(Prev-1,2,3) qui émanent de deux systèmes indépendants diffèrent significativement en fonction d'un dépassement de seuil d'inondation donné. Les prévisions correspondent à la rivière Chaudière et date du 18 avril 2019.

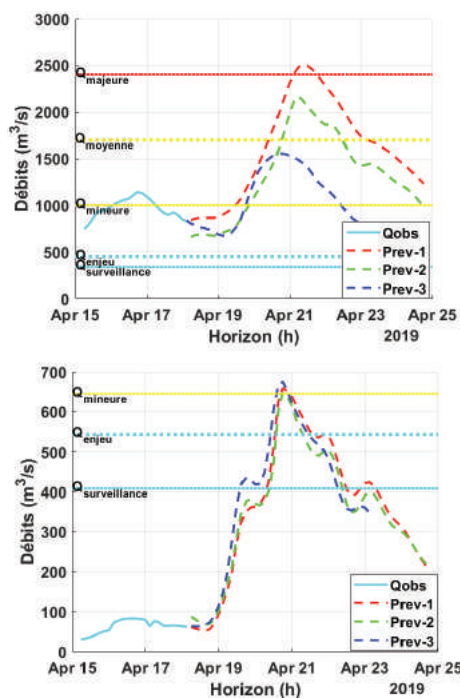


Figure 1 : Exemple de prévisions compétitives et coopératives émises le 18 avril 2019 : a) pour la rivière Chaudière, b) pour la rivière Sainte-Anne

La diversité des sources d'information des prévisions hydrologiques soulève un débat auprès des agences de prévisions et de la communauté scientifique. Le débat porte sur la cohérence et l'expertise associées aux prévisions. À comprendre, s'il est préférable d'opter pour la cohérence entre les différentes sources et de laisser place à une expertise centralisée, comme le mentionne Berthet et al.⁽³⁾, ou d'opter pour une diversité de sources d'information et d'expertises locales, comme le souligne

Schwanenberg et al.⁽⁴⁾. Le principal inconvénient de la diversité est la compétition entre les différentes sources. « Qui croire et pourquoi » lorsque ces dernières mènent à des informations contradictoires pour un seuil donné, comme le montre la figure 1.a. Cette aporie peut semer de la confusion auprès d'utilisateurs non-initiés par manque de conformité et de cohérence. Toutefois, pour un utilisateur expert, cette pluralité de sources indépendantes est un premier avantage. Elle apporte une nouvelle appréhension et une meilleure compréhension des prévisions et de leurs limitations. Le second avantage survient lorsqu'il y a de la coopération (figure 1.b). Cette dernière apporte une confiance pour les utilisateurs, autant pour les non-initiés que pour les experts. La figure 1.b montre les prévisions de la rivière Saint-Anne, à Saint Raymond de Portneuf, pour le 18 avril 2019. Les avantages de la diversité des sources concordent avec les idées et le principe du pluralisme scientifique. Un principe qui prône une variété des sources, des modèles et des approches différentes pour résoudre un problème complexe en science⁽⁵⁾.

Conclusion

Pour conclure, cet article étaye un nouveau paradoxe avec ce changement de paradigme. Le paradoxe du drone et du bimoteur se présente par un saut technologique entraînant une discontinuité profonde au sein des deux systèmes. Une discontinuité qui se manifeste par des systèmes inclusif et passif tous deux perfectibles, qui sont diamétralement opposés, concernant les interactions humain-machine qui les constituent. Une discontinuité qui survient dans un contexte où le système supervisé intermédiaire est absent. Pour fermer la boucle, je n'ai pas de réponse formelle à ce nouveau paradoxe, à ce taxi sans conducteur, excepté de créer le système manquant. En terminant, je crois qu'il est souhaitable de porter une réflexion éthique sur ces innovations technologiques, plus particulièrement sur la substitution du travail humain, grâce à l'automatisation assistée par l'ordinateur. De porter un regard nouveau sur ces changements inéluctables et leurs conséquences sociales.

RÉFÉRENCES

- (1) Loi, M., 2015. Technological unemployment and human disenchantment, *Ethics and Information Technology*, 17: 201-210.
- (2) Pagano, T. C., Pappenberger, F., Wood, A. W., Ramos M., Persson A., et Anderson B., 2016. Automation and human expertise in operational river forecasting, *Wiley Interdisciplinary Reviews Water*, 3: 692-705
- (3) Berthet L., Valéry A., Garçon R., Martyr, Moulin L., Puygrenier D., Piotte O., Le Lay M., Janet B. et Duquesne F., 2019. Cohérence des prévisions et place de l'expertise : les nouveaux défis pour la prévision des crues, *La Houille Blanche*, 1: 5-12.
- (4) Schwanenberg, D., Natschke M., Todini E., et Reggiani P., 2018. Scientific, technical and institutional challenges towards next-generation operational flood risk management decision support systems, *International Journal of River Basin Management*, 16: 345-352.
- (5) Chang, H., 2012. Pluralism in Science: a call to action. in, *Is Water H2O?*

Retour sur l'École d'été Biodiver_Cité Québec : Retrouvons le coteau Sainte-Geneviève

Julie Nadeau | julie.nadeau.16@ulaval.ca

Maîtrise en sciences géographiques avec mémoire. Direction : Étienne Berthold

Riadh Mestiri | riadh.mestiri.1@ulaval.ca

Doctorat en sciences géographiques. Direction : Étienne Berthold

L'École d'été de l'Institut EDS est l'achèvement d'une programmation annuelle portant sur la biodiversité urbaine, suite à l'Université d'automne et au Colloque annuel. L'objectif principal de cette programmation visait à développer une vision durable de la gestion de la biodiversité urbaine en proposant un projet d'aménagement structurant sur le coteau Sainte-Geneviève. Ce milieu naturel d'intérêt au cœur de la ville de Québec s'étend sur plus de 5 kilomètres, du cimetière Notre-Dame-de-Belmont jusqu'au quartier Saint-Jean-Baptiste. Pour répondre aux défis de ce territoire, l'École d'été a pris la forme d'un laboratoire vivant construit autour de la Démarche intégrée EDS.



Élément visuel : Schéma conceptuel de l'approche intégrée de l'Institut EDS

La Démarche intégrée EDS

La Démarche intégrée EDS est une approche méthodologique visant à encourager la collaboration interdisciplinaire et le développement de pratiques et compétences nécessaires à l'atteinte des Objectifs de développement durable (ODD)⁽¹⁾. Partagée en trois phases, la phase « diagnostic » permet aux acteurs d'identifier les ODD qui sont compatibles à leur objet d'analyse et de déterminer des pistes de solution. La phase « mobilisation » fait usage des connaissances des parties prenantes pour contribuer à l'identification d'initiatives et des solutions innovantes. La phase « idéation » amène les acteurs à contextualiser et s'approprier les solutions proposées.

Ateliers de réflexion et de co-création

La phase de diagnostic s'est divisée en deux ateliers pour découvrir *in situ* le coteau Sainte-Geneviève et échanger sur ses enjeux de durabilité. À travers trois parcours expérimentiels, les participants ont eu l'occasion de découvrir et s'approprier ses

particularités par la voie de lieux d'intérêt et la rencontre d'intervenants clés. Ensuite, ils ont identifié les forces, les faiblesses, les opportunités et les menaces relatives aux aménagements existants et futurs à l'aide de la méthode d'analyse SWOT, un outil stratégique de prise de décision⁽²⁾. Ce diagnostic a permis de préciser les enjeux qui ont servi de prémisses pour la suite du processus de réflexion. La phase de mobilisation s'est divisée en trois ateliers, afin d'amorcer la conception de solutions innovantes aux enjeux prédéfinis à l'aide d'outils de contextualisation créatifs. Le premier atelier a permis aux participants d'initier leur projet sous la forme de maquettes, de textes, d'images ou de schémas. Lors du deuxième atelier, ils ont contextualisé leur projet en créant une histoire à l'aide d'un schéma narratif. Ils devaient mettre en action des personnages, dans un contexte physique et temporel, autour de leur projet, afin de valoriser sa pertinence. Enfin, le dernier atelier s'est déroulé sous la forme de création d'un schéma d'acteurs, afin d'identifier les intervenants publics, privés, communautaires et institutionnels susceptibles de s'impliquer dans la concrétisation des projets proposés. La phase d'idéation consistait à finaliser la proposition d'un projet d'aménagement structurant. Les formes de solutions, les ressources et les acteurs potentiels à impliquer identifiés durant la phase précédente, ont permis de consolider les idées et de présenter une version définitive des projets.

Une vision qui dépasse les limites physiques

Une vision d'aménagement durable dépassant les limites physiques du coteau Sainte-Geneviève est ressortie de cet exercice. En effet, son appropriation et sa valorisation ne se sont pas limitées à son espace physique, mais à toutes les interconnexions existantes avec son environnement urbain. Cette vision structurante d'aménagement a été décomposée selon quatre dimensions : Gouvernance, Accessibilité, Connectivité écologique et Milieu de vie.

Dans Gouvernance, les participants ont insisté sur la nécessité de renforcer les canaux de communication entre les différentes parties prenantes. La création d'une plateforme d'échange d'information a été suggérée afin de tirer profit des initiatives existantes et renforcer la mobilisation pour les stratégies d'aménagement futures.

La réflexion quant à l'Accessibilité s'est répartie en deux dimensions : physique et informationnelle. D'une part, les participants ont proposé des espaces de mobilité active interquartier à travers le coteau Sainte-Geneviève, puisqu'il marque la limite administrative de plusieurs quartiers de la ville de

Québec. Les propositions ont pris la forme de nouvelles pistes cyclables, d'aménagement de ruelles partagées ou encore d'escaliers et de sentiers pédestres, selon des axes est-ouest et nord-sud. D'autre part, les propositions tentent de pallier le manque de visibilité des lieux de passage aménagés comme les escaliers ou les sentiers pédestres par des panneaux d'indications. Une dimension éducative est également ressortie, en suggérant la mise en place de panneaux d'interprétation abordant des éléments historiques, culturels ou écologiques.

Les propositions de Connectivité écologique ont principalement pris la forme de corridors verts et de coulées bleues. Les participants ont suggéré des aménagements comme les bandes boisées, la végétalisation de contre allées et d'escaliers, afin de favoriser les connexions entre espaces verts, de renforcer le cycle de l'eau dans le tissu urbain et de protéger la biodiversité florale et faunique. Ces formes d'aménagement s'intègrent également dans la dimension Milieu de vie qui est davantage orientée vers les citoyens. Les propositions traitent de jardins communautaires et collectifs et de toits verts combinés à des activités éducatives avec les milieux scolaires et communautaires à proximité.

« La Démarche intégrée EDS est une approche méthodologique visant à encourager la collaboration interdisciplinaire et le développement de pratiques et compétences nécessaires à l'atteinte des Objectifs de développement durable. »

Conclusion

La Démarche intégrée EDS, en tant que méthodologie participative, a permis un échange collaboratif entre les participants qui provenaient de divers milieux : Université Laval, Ville de Québec, organismes communautaires et groupes citoyens. Il ressort de la collaboration entre les acteurs durant l'événement, une nécessité de penser les projets selon une perspective englobante, tant physique que fonctionnelle pour aboutir à une vision d'aménagement durable structurée selon les ODD. Le rapport complet de l'École d'été est disponible sur le site internet de l'Institut EDS, sous l'onglet *Formations*.

RÉFÉRENCES

- (1) Diaz, L., et Potvin, A. (À paraître). EDS Integrated Approach for Sustainability (EDS-IA): Campus as a Living Laboratory Experience. *Universities as Living Labs for Sustainable Development*. World Sustainability series, Springer Nature Switzerland AG.
- (2) Learned, E., Christensen, C., Andrews, K. et Guth, W., 1965. *Business Policy: Texts and Cases*. Homewood, IL: Irwin.