

UNIVERSITÉ DU QUÉBEC À MONTRÉAL

LA GESTION DURABLE DES EAUX PLUVIALES À ROUYN-NORANDA :  
NÉCESSITÉ, DÉFIS ET OPPORTUNITÉES POUR LE LAC OSISKO ET SA COMMUNAUTÉ

ESSAI

PRÉSENTÉ

COMME EXIGENCE PARTIELLE

À LA MAITRISE EN SCIENCES DE L'ENVIRONNEMENT

PAR

YOHAN JALOUZOT

JANVIER 2023

## REMERCIEMENTS

Je tiens en premier lieu à remercier la personne qui m'a le plus apporté ces derniers mois, Yves Grafteaux, pour toutes les opportunités professionnelles et conseils d'épanouissement que tu m'as offerts afin de pleinement m'intégrer dans cette magnifique région qu'est l'Abitibi-Témiscamingue. Je ne serais certainement pas si professionnellement épanoui si tu n'étais pas qui tu es. Chaque parole que tu donnes est constructive et pertinente, tes conseils sont avisés et ta vision est éclairée.

Je tiens également à remercier une seconde personne qui m'apporte au quotidien tant dans ses connaissances, ses motivations que son énergie : Geneviève Aubry.

Un grand merci à mon tuteur, David Widory, pour la liberté et la confiance qu'il m'a accordé afin de finaliser ma maîtrise par cet essai. J'ai ainsi pu effectuer tout le travail de réflexion et de remises en question qu'il fallait afin de passer d'un sujet qui serait resté dans les tiroirs, à un essai centré sur des problématiques passionnantes qui animent mon quotidien.

Ce travail étant l'aboutissement de plus de deux années à la maîtrise en sciences de l'environnement de l'Institut des Sciences de l'Environnement et se voulant être un travail de synthèse et d'analyse critique face à une problématique interdisciplinaire, je veux remercier l'ensemble du corps enseignant de l'UQÀM pour la qualité de l'enseignement que j'ai reçu, pour l'ensemble des connaissances qui m'ont été transmises, pour l'esprit critique et systémique qui m'a été conféré afin de faire désormais de moi un professionnel en sciences de l'environnement.

Je désire aussi remercier toutes les personnes qui ont écrit les nombreux articles scientifiques et guides que j'ai lus, pour la transmission de leur savoir et de leurs connaissances, ainsi que toutes celles ayant croisé mon parcours professionnel et personnel.

Merci à mes ami.es et colocataires présent.es et passé.es, pour leur soutien et leurs encouragements à ne pas lâcher, aux partages de moments de désarroi, au fait de ne pas avoir encouragé mon sentiment de solitude parfois présent comme tout bon immigré loin de ses proches.

## DÉDICACE

À mes parents Isabelle et Daniel,

À ma sœur Cindy,

De m'avoir donné les moyens de croire en mes rêves,

Et sans qui je ne serais certainement pas parvenu là où j'en suis aujourd'hui.

Bien que grande distance nous sépare, certainement trop à notre goût, cela est pourtant pour le plus grand des épanouissements.

Vous ne lirez certainement jamais ceci, mais ce n'est pas grave, je vous aime pareil va.

*« Je vous aime parce que vous êtes vous et que vous m'avez appris à comprendre la lumière. »*

Georges Clemenceau à Claude Monet

## AVANT-PROPOS

Cet essai vise à être l'aboutissement d'une maîtrise professionnelle (c'est-à-dire avec en plus du cursus classique : cinq cours de spécialisation, deux stages d'au minimum trois mois chacun et cet essai) en sciences de l'environnement ayant formé une personne capable d'avoir un esprit critique et optimiste bien qu'objectif ; de développer des réflexions personnelles et systémiques sur des problématiques interdisciplinaires ; de proposer des pistes de solutions afin de répondre ou d'atténuer certaines problématiques socio-environnementales.

Plusieurs estimations sont faites dans cet essai à partir des données disponibles concernant les intrants au lac Osisko. Les chiffres indiqués et les avis des différents experts demeurent toutefois suffisants afin de prendre des initiatives appropriées dès que possible afin de préserver ce levier de fierté qu'est le lac Osisko, dans une ville d'effervescence à l'image toutefois entachée.

Le langage inclusif ou neutre est privilégié dans cet essai. Toutefois, la personne autrice s'excuse si elle a pu involontairement omettre des accords.

## TABLE DES MATIÈRES

REMERCIEMENTS .....	ii
DÉDICACE .....	iii
AVANT-PROPOS.....	iv
LISTE DES FIGURES.....	vii
LISTE DES TABLEAUX .....	viii
LISTE DES PHOTOGRAPHIES .....	ix
LISTE DES ABRÉVIATIONS, DES SIGLES ET DES ACRONYMES.....	x
LISTE DES SYMBOLES ET DES UNITÉS .....	xi
RÉSUMÉ.....	xii
INTRODUCTION .....	1
CHAPITRE 1 MISE EN CONTEXTE .....	4
1.1 Le passé de la Ville de Rouyn-Noranda .....	4
1.1.1 La colonisation minière comme véhicule de développement.....	4
1.1.2 La création des infrastructures d'intérêt existantes.....	5
1.1.2.1 L'imperméabilisation du centre-urbain .....	5
1.1.2.2 Le réseau d'égouts.....	6
1.2 Le lac Osisko comme élément central .....	6
1.2.1 Usages passés .....	6
1.2.2 Usages présents.....	10
1.2.3 Usages perdus.....	11
1.2.4 Réappropriation du lac .....	12
1.3 La gestion durable des eaux pluviales.....	13
1.3.1 Principes.....	13
1.3.2 Les types de PGO .....	14
1.3.2.1 Pratiques non structurales.....	14
1.3.2.2 Pratiques structurales.....	14
1.3.3 Le cadre juridique autour de la GDEP .....	17
1.3.3.1 Lois et règlements ministérielles .....	17
1.3.3.1.1 La Loi sur la qualité de l'environnement .....	17
1.3.3.1.2 Le REAFIE .....	18
1.3.3.2 Les pouvoirs juridiques des municipalités .....	19
1.3.4 Modèle actuel de GDEP à Rouyn-Noranda .....	21
CHAPITRE 2 LA NÉCESSITÉ D'UNE GDEP À ROUYN-NORANDA .....	23

2.1	Une nécessité pour le lac Osisko.....	23
2.1.1	L'adaptation aux changements climatiques .....	23
2.1.1.1	L'augmentation des risques liés au ruissellement urbain .....	23
2.1.1.2	Les îlots de chaleur urbain .....	24
2.1.1.3	Autres services écosystémiques de régulation des IV face aux CC .....	25
2.1.1.3.1	Le stockage du carbone atmosphérique.....	25
2.1.1.3.2	Le maintien de la biodiversité.....	26
2.1.2	La santé du lac Osisko .....	26
2.1.2.1	Contamination du lac.....	26
2.1.2.2	Les apports en eau.....	27
2.2	La détermination des émissaires prioritaires.....	28
2.2.1	Les émissaires .....	28
2.2.1.1	Surfaces drainées.....	28
2.2.1.2	Paramètres physico-chimiques et ETM .....	30
2.2.1.2.1	Estimation des quantités de P et de MES introduites par les émissaires.....	30
2.2.1.2.2	Rappel des fréquences de dépassement de la valeur aigüe finale à l'effluent .....	31
2.2.2	Le potentiel du site pour E2.....	32
2.2.2.1	En réseau .....	32
2.2.2.2	En fin de réseau .....	34
2.3	Le choix des ouvrages adaptés.....	35
2.3.1	En réseau.....	35
2.3.2	En fin de réseau .....	36
2.3.2.1	Exemple de réalisations.....	36
2.3.2.2	Considérations à avoir pour E2.....	37
	CHAPITRE 3 LA COCRÉATION AVEC ET POUR LA COMMUNAUTÉ.....	39
3.1	Le processus de cocréation .....	39
3.1.1	Acteurs à impliquer.....	39
3.1.2	Proposition d'un processus de cocréation.....	40
3.2	Les bénéfices collatéraux pour la communauté .....	43
3.2.1	Apprentissages par la nature .....	43
3.2.2	Sentiment d'appartenance .....	44
3.2.3	Cohésion sociale .....	44
3.2.4	Justice environnementale.....	45
3.2.5	Lègue intergénérationnel .....	45
3.2.6	Santé mentale et physique .....	45
3.3	Les bénéfices d'attractivité : le tourisme vert et le tourisme scientifique .....	46
	CONCLUSION .....	47
	ANNEXE A Carte des îlots de chaleur urbains dans la Ville de Rouyn-Noranda.....	49
	ANNEXE B [TITRE DE L'ANNEXE B].....	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>
	BIBLIOGRAPHIE.....	50

## LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Comparaison de l'impact de la nature des sols face aux évènements pluvieux quant à la quantité et à la qualité de l'eau qui ruisselle entre un milieu naturel et un milieu urbanisé (tiré de Verge, 2020) .....	13
Figure 2 : Catégorisation des PGO en fonction de leur positionnement dans le réseau de drainage des eaux pluviales (tiré de MDDEFP et MAMROT, 2011) .....	15
Figure 3 : Tendances climatiques projetées pour les précipitations moyennes annuelles au lac Osisko (tiré de Donnéesclimatiques.ca, 2023) .....	23
Figure 4 : Changements projetés en fonction de la durée de l'évènement pluvieux pour le sud du Québec pour les horizons 2020-2040, 2040-2060, 2060-2080 et 2080-2100 par rapport à la période 1990-2020 pour les temps de retour 2, 25 et 100 ans (tiré de Mailhot et al., 2021) .....	24
Figure 5 : Tendances climatiques projetées pour les températures moyennes annuelles au Lac Osisko (tiré de DonnéesClimatiques.ca, 2023) .....	25
Figure 6 : Délimitation du bassin versant sud et des bassins versant pour chaque émissaire (numérotés de 1 à 20) du lac Osisko (tiré de BBA et Fluvio, 2023) .....	28
Figure 7 : Schéma synthétique des quatre premières phases du processus de cocréation proposé mais ajustable .....	42

## LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Classification des PGO par groupe et description associée (tiré de MDDEFP et MAMROT, 2011) .....	16
Tableau 2 : Volume d'eau de ruissellement estimé pour chaque émissaire du bassin sud du lac Osisko (adapté de Collectif Territoire, 2023) .....	29
Tableau 3 : Quantités de P total et de MES en kg estimées par année pour les émissaires E2, E3, E10 et E18 avec les valeurs moyennes (minimum-maximum) des concentrations relevées en 2009 et 2011 par Proulx <i>et al.</i> (2015) .....	30
Tableau 4 : Limites des classes de qualité du P total et de MES qui composent l'IQBP <sub>6</sub> (adapté de MELCCFP, 2022).....	31

## LISTE DES PHOTOGRAPHIES

Photographie 1 : Construction de trottoirs en ciment sur l'avenue Principale en 1963 (tiré du Comité des festivités du 75e anniversaire de Rouyn-Noranda, 2001 ; Bolduc, 1963) .....	6
Photographie 2 : Vue de Noranda à partir de la rive sud du lac Osisko (Vavasour et Dick, 1927) .....	7
Photographie 3 : Deux hydravions posés sur le lac Osisko à Rouyn (Vavasour et Dick, 1930) .....	7
Photographie 4 : Vue de Noranda et de baigneurs dans le lac Osisko (Bolduc, 1927) .....	8
Photographie 5 : Équipe de Rouyn et de Noranda en partance du lac Osisko avant de rejoindre Montréal (Collectif Territoire, 2023b) .....	9
Photographie 6 : Position géographique des anciennes villes de Rouyn et de Noranda par rapport au lac Osisko et fragmentation de ce dernier en trois bassins (tiré de Esri Satellite, 2023) .....	10
Photographie 7 : Contours de la zone drainée (en vert) ruisselant dans les bouches d'égout et se déversant par E2 dans le lac Osisko (tiré de Esri Satellite, 2023) .....	33
Photographie 8 : Image satellitaire de E2 et des zones potentielles pour implanter des PGO (tiré de Esri Satellite, 2023).....	34
Photographie 9 : Disposition des ouvrages composant le Marais Bellevue en amont du lac Saint-Charles (tiré de Agiro, 2021 ; photographie de © Giancarlo Cesarello, 2020) .....	37

## **LISTE DES ABRÉVIATIONS, DES SIGLES ET DES ACRONYMES**

CC : Changements Climatiques

CCAT : Conseil de la Culture de l'Abitibi-Témiscamingue

CT : Collectif Territoire

CTRI : Centre Technologique des Résidus Industriels

Cp : Coefficient de ruissellement de pointe

E2 : Émissaire 2

E3 : Émissaire 3

E10 : Émissaire 10

E18 : Émissaire 18

ETM : Éléments-Traces métalliques

GDEP : Gestion Durable des Eaux Pluviales

GIEC : Groupe d'experts International sur l'Évolution du Climat

GTE : Groupe de Travail en Environnement

IDF : Intensité-Durée-Fréquence des événements de pluie

IQBP : Indice de Qualité Bactériologique et Physicochimique

IV : Infrastructures végétalisées

LAU : Loi sur l'Aménagement et l'Urbanisme

LCM : Loi sur les Compétences Municipales

LQE : Loi sur la Qualité de l'Environnement

MAMROT : Ministère des Affaires Municipales, Régions et Occupations du Territoire

MDDEFP : Ministère du Développement Durable, de l'Environnement, de la Faune et des Parcs

MELCCFP : Ministère de l'Environnement, de la Lutte contre les Changements Climatiques, de la Faune et des Parcs

MES : Matières En Suspension

MRC : Municipalité Régionale de Comté

MTQ : Ministère des Transports du Québec

OBVT : Organisme de Bassin Versant du Témiscamingue

P : Phosphore

PGO : Pratiques de Gestion Optimale des eaux pluviales

PPU : Programmes Particuliers d'Urbanisme

PU : Plan d'Urbanisme

REAFIE : Règlement sur l'Encadrement d'Activités en Fonction de leur Impact sur l'Environnement

SAD : Schéma d'Aménagement et de Développement

UQÀT : Université du Québec en Abitibi-Témiscamingue

VAF<sub>e</sub> : Valeur Aigüe Finale à l'Effluent

## LISTE DES SYMBOLES ET DES UNITÉS

\$ : dollars

\$ CAD : dollars canadiens

% : pourcents

L : litres

L.s.ha<sup>-1</sup> : litres par seconde par hectare

L.an<sup>-1</sup> : litres par an

mm : millimètres

n : nombre d'échantillonnages

mm.an<sup>-1</sup> : millimètres par an

m<sup>2</sup> : mètres carrés

km : kilomètres

km<sup>2</sup> : kilomètres carrés

kg : kilogrammes

kg.an<sup>-1</sup> : kilogrammes par an

dam<sup>3</sup>.an<sup>-1</sup> : décamètres cubes par an

µg.L<sup>-1</sup> : microgrammes par litre

µg.L<sup>-1</sup>.an<sup>-1</sup> : microgrammes par litres par an

mg.L<sup>-1</sup> : milligrammes par litre

mg.L<sup>-1</sup>.an<sup>-1</sup> : milligrammes par litre par an

km.h<sup>-1</sup> : kilomètres par heure

## RÉSUMÉ

Le lac Osisko, situé au cœur de Rouyn-Noranda, a été victime du développement minier et de l'urbanisation qui en a découlé. Il est un élément central de la Ville, symbole de fierté, qui survit tant bien que mal aux pressions anthropiques qu'il subit et notamment aux divers contaminants qui se jettent en son sein à cause du ruissellement des eaux pluviales. Des estimations concernant la quantité d'intrants par an et par émissaire demeuraient jusqu'à présent inconnues. Les objectifs de cet essai sont d'estimer la quantité minimale d'intrants dans le lac Osisko pour les quatre émissaires les plus importants de son bassin versant, de préconiser des pratiques de gestion durable des eaux pluviales adaptées, et de proposer un processus de développement et de cocréation du projet qui permettrait de maximiser les cobénéfices pour la communauté rouynorandienne. D'après les données en notre possession, les valeurs estimées de phosphore et de matières en suspension qui proviennent du ruissellement urbain et arrivent au lac par l'émissaire jugé prioritaire sont, respectivement et minimalement, de 50,19 kg et 8,33 tonnes annuellement. Afin de répondre à ces problématiques, il est proposé d'intégrer à la fois un ouvrage mixte de gestion durable des eaux pluviales en fin de réseau aux abords du lac Osisko, et à la fois des ouvrages en réseau tels que des noues végétalisées dans le quartier du Vieux-Noranda. Le développement de ce projet devant se faire à la fois dans une des zones les plus fréquentées du lac Osisko et à la fois dans un des quartiers subissant le plus d'injustices socio-environnementales depuis la création de la Ville, il est primordial d'utiliser la cocréation avec les organismes clés, la communauté et les artistes afin d'accroître la sensibilisation, le sentiment d'appartenance, la désirabilité du projet et tous les autres bénéfices collatéraux qui y sont liés. Face à la complexité des défis sociétaux, l'approche interdisciplinaire permet de favoriser l'intégration des projets par les communautés. Hors sciences, l'approche industrielle est pragmatique et technique, l'artistique est communicante, intégrante et concrète.

Mots clés : Rouyn-Noranda ; Lac Osisko ; Gestion durable des eaux pluviales ; Infrastructures végétalisées ; Processus de cocréation ; Cobénéfices.

## INTRODUCTION

D'après le dernier rapport du Groupe d'experts International sur l'Évolution du Climat (GIEC) paru en mars 2023 et adopté par les représentants des 195 pays membres, il est désormais sans équivoque que les activités humaines et les émissions de gaz à effet de serre (GES) qui y sont associées sont à l'origine des changements climatiques (CC) et des extrêmes météorologiques associés, que le réchauffement planétaire atteindra au minimum + 1,5 °C d'ici 2030 par rapport à l'ère préindustrielle, et qu'une carboneutralité d'ici 2050 pourrait contenir l'amplification de cette augmentation et de ses extrêmes climatiques sous-jacents (IPCC, 2023). Ces extrêmes sont dus à une modification des cycles naturels, et notamment celui de l'eau, engendrant des risques d'incendie concomitants aux vagues de chaleur et aux sécheresses, ainsi que des périodes de fortes précipitations ayant comme résultantes des inondations majeures. Alors que l'intensité et la récurrence de ces événements sont pour le moment en irrémédiable augmentation et qu'une prise de conscience publique et politique généralisée semble s'être installée, l'inertie du système capitaliste mondial peut dans certains cas freiner, notamment à cause de considérations politiques et de choix d'investissements inappropriés, l'implantation de mesures d'adaptation aux CC dans les lignes directrices de cette volonté de développement anthropique toujours plus croissante au fil des décennies (CAC, 2022; IPCC, 2023). L'adaptation à ces phénomènes climatiques extrêmes doit pourtant être vue comme une opportunité de changements où les solutions pour y parvenir sont déjà documentées, seule leur mise en place reste un défi tant au niveau mondial, fédéral, provincial, que municipal. Considérant que la faisabilité et l'efficacité de ces solutions, majoritairement basées sur la nature, diminuent à mesure que le réchauffement climatique planétaire augmente, elles se doivent d'être intégrées aux processus décisionnels de manière rapide, durable et efficace en répondant non pas en silo aux problématiques auxquelles elles font face mais de manière interdisciplinaire et concertée (Girard *et al.*, 2015; Gouvernement du Canada, 2023; IPCC, 2023; Iwama *et al.*, 2016; Simonet, 2010).

Les villes ne sont pas exemptes de l'intensification de la fréquence et de l'intensité des phénomènes météorologiques extrêmes et au contraire, puisque l'imperméabilisation intensive de celles-ci par des éléments anthropiques, tels que les routes, les trottoirs et les bâtiments, bride les rétroactions physicochimiques naturelles entre l'air, l'eau, les plantes et les sols (Bulkeley et Tuts, 2013; Gill *et al.*, 2007; Huq *et al.*, 2007). La vulnérabilité des surfaces urbanisées est accrue et leur résilience est moindre comparativement aux surfaces naturelles, notamment face aux vagues de chaleur et aux inondations, puisque l'évapotranspiration de l'eau par les plantes est limitée à la place que l'humain décide de leur

accorder en ville. De ces faits, de nombreuses villes ont déjà adopté l'implantation urbaine de solutions basées sur la nature afin de se reconcevoir dans le but de favoriser l'infiltration des eaux dans le sol et de laisser à nouveau place aux végétaux en leur sein, telles que Copenhague au Danemark, ou encore Victoriaville au Québec. Des qualificatifs ont même émergé, tel qu'un des plus connus, celui de « ville-éponge » (Argent *et al.*, 2008).

La ville-éponge est celle qui, dans la mesure du possible, a reconsidéré sur les plans verticaux et horizontaux toutes les caractéristiques qui la rendaient imperméable afin d'implanter des infrastructures végétalisées (IV) permettant la gestion durable des eaux pluviales (GDEP) basée sur le potentiel de la nature à absorber, stocker, infiltrer, purifier et relarguer l'eau lors qu'en vient la nécessité (Li *et al.*, 2017; Québec Vert, 2023).

D'après le rapport d'un sondage réalisé par la firme Léger et paru en octobre 2023, 71 % de la population québécoise pensent que leur gouvernance doit accélérer le rythme de leurs actions face aux CC, 71 % se disent prêts à accepter certaines nuisances générées « dans leur cour » pour des projets visant à s'adapter aux CC et 68 % s'entendent pour dire que les effets négatifs de ces derniers se répercutent sur leur santé mentale (COMM Climat, 2023).

Le lac Osisko, situé à Rouyn-Noranda en Abitibi-Témiscamingue, connaît un certain nombre de problématiques dû au développement minier exponentiel qu'il a connu à ses abords il y a un siècle et à l'urbanisation qui en a résulté.

Le groupe de travail en environnement (GTE) du Projet lac Osisko, constitué d'experts des domaines de la biologie, de l'écologie, du traitement des résidus miniers et des eaux, de l'aménagement, des phytotechnologies et bien d'autres, a été constitué afin d'établir le portrait, le diagnostic préliminaire et l'élaboration de pistes de solutions afin d'atténuer les problématiques que subit le bassin sud du lac Osisko, et ce à l'initiative du Collectif Territoire (CT). Le Projet lac Osisko est une démarche qui vise à offrir un développement harmonieux autour et sur le lac en mobilisant la communauté, en structurant l'action artistique et culturelle, en créant et soutenant des projets de recherche qui accroissent l'intégrité et la pérennité de la santé du lac Osisko (Collectif Territoire, 2023b).

Le GTE est unanime quant au besoin de prioriser la GDEP dans le bassin versant sud du lac Osisko afin de limiter ses intrants tels que le phosphore (P), les matières en suspension (MES) et les éléments-traces

métalliques (ETM), bien qu'aucune étude exhaustive ne présente pour une même année leurs concentrations et leur quantité provenant des eaux du ruissellement urbain qui se déversent par les émissaires dans le lac Osisko (Collectif Territoire, 2023b).

Cependant depuis mars 2023 et grâce à, une fois de plus, l'initiative du CT, le rapport de *l'Étude hydrologique du lac Osisko* permet désormais d'estimer les surfaces drainées pour chaque émissaire du bassin sud du lac Osisko (BBA et Fluvio, 2023), et donc d'estimer les volumes d'eau respectifs provenant du ruissellement urbain. Dans une étude parue en 2015 et menée en 2009 et 2011, une équipe de recherche a analysé les concentrations en P, MES et ETM présentes dans les eaux provenant des quatre plus importants émissaires du bassin sud du lac Osisko par moment de pluie (Proulx *et al.*, 2015). Aucun aménagement majeur pour une GDEP n'a été effectué depuis cette étude.

À la lumière de ces nouvelles données, cet essai vise à répondre aux questions suivantes : quelle est la quantité de P et de MES qui entre dans le lac Osisko pour les émissaires échantillonnés dans l'étude de Proulx *et al.* (2015) ? Quelles IV doivent être privilégiées afin de minimiser les contaminants qui entrent dans le lac Osisko par les émissaires sélectionnées ? Comment le processus de cocréation de ce projet pourrait permettre de maximiser les bénéfices collatéraux pour la population rouynorandienne ?

Nous aborderons dans un premier temps l'histoire du développement de la ville de Rouyn-Noranda autour de son symbole de fierté menacé qu'est le lac Osisko, puis nous présenterons quels sont les grands principes de la GDEP. Dans un second temps, nous déterminerons pourquoi l'implantation d'IV est primordiale afin de diminuer les apports de contaminants au lac Osisko et quels sont les sites sont à prioriser. Finalement, nous proposerons un processus de cocréation afin que la planification, la construction et l'entretien des IV puissent favoriser la désirabilité du projet et les cobénéfices auxquels la communauté rouynorandienne pourrait disposer.

# CHAPITRE 1

## MISE EN CONTEXTE

Dans ce chapitre, nous présenterons comment le passé minier de la ville de Rouyn-Noranda a permis son développement, quelle est l'importance du lac Osisko dans celle-ci, et ce qu'est la GDEP de façon générale et appliquée à la Ville.

### 1.1 Le passé de la Ville de Rouyn-Noranda

#### 1.1.1 La colonisation minière comme véhicule de développement

La colonisation de l'Abitibi et du Témiscamingue, autrefois régions distinctes, a débuté au XIX<sup>ème</sup> siècle et a été la résultante de l'augmentation des besoins en ressources forestières et agricoles du Québec (Berthiaume, 1981). Cependant, c'est par l'Ontario que se mettra en place le troisième front pionnier en Abitibi : l'industrie minière.

En 1911, Edmund Horne, prospecteur originaire de la Nouvelle-Écosse qui donnera son nom à la Fonderie Horne, découvre un potentiel minier sur la rive nord du lac Osisko. Il faudra cependant attendre 1923 avant que l'exploitation minière n'y commence, après qu'un syndicat minier new-yorkais acquiert ces terrains et fonde la société *Noranda Mines Limited*, contraction de « North Canada » (Berthiaume, 1981). La même année, la société publie son premier rapport annuel et annonce que 7,5 millions de \$ de minerais, soit l'équivalent de 132 millions de \$ aujourd'hui, dorment sous ces terres ce qui provoque une ruée mondiale dans la région vers non pas exclusivement l'or, mais également vers le cuivre et l'argent (Berthiaume, 1981; Inflation Tool, 2023). Le président de la société, J.Y. Murdoch, deviendra maire de Noranda lors de son inauguration en 1926, ville où la minière a pleine autorité administrative avec l'accord du Gouvernement du Québec afin de loger ses cadres, techniciens et ouvriers. Progressivement, elle est à l'initiative de la mise en place de plusieurs services de nécessité comme l'acheminement de l'eau, les pompiers et la police, un hôtel et un hôpital (Berthiaume, 1981).

À partir de 1926, les spéculateurs opportunistes qui souhaitaient toutefois être indépendants de la société minière qui possède la mine Horne et sa fonderie de cuivre nouvellement en construction, se sont installés au sud et à l'ouest du lac Osisko, au nord du lac Rouyn (Berthiaume, 1981). En 1927, Rouyn devient alors officiellement une ville, principalement à vocation commerciale et récréative avec des banques, des commerces en tout genre mais également des bars, des maisons de jeux et des maisons closes. On

appellera Rouyn et Noranda les « villes-sœurs », drainées conjointement par la ruée minière que connaît alors l'Abitibi-Témiscamingue, synonyme de développement économique et démographique. Il faudra attendre 1986 avant qu'elles ne fusionnent pour devenir officiellement la ville de Rouyn-Noranda, puis 2002 avant que cette dernière ne voie son rôle de municipalité régionale de comté (MRC) apparaître, en plus de celui de municipalité.

Dans la suite de cet essai, les termes « la Ville », « cette ville » ou « Rouyn-Noranda » feront exclusivement référence au centre urbanisé de la ville de Rouyn-Noranda.

### 1.1.2 La création des infrastructures d'intérêt existantes

#### 1.1.2.1 L'imperméabilisation du centre-urbain

C'est en 1963 que le pavage des rues à Rouyn-Noranda s'effectue, après que la Ville ait investi un million de \$ CAD, l'équivalent de 9,88 millions de \$ CAD aujourd'hui (Comité des festivités du 75e anniversaire de Rouyn-Noranda, 2001; Inflation Tool, 2023). La Photographie 1 montre des ouvriers qui coulent du ciment sur l'avenue Principale cette même année. À l'époque, la modernité, le pavage des routes et les automobiles fonctionnant aux énergies fossiles étaient vus comme une marche vers le progrès. Aujourd'hui, on se rend bel et bien compte des impacts négatifs que cela a pu causer sur notre environnement et nous savons qu'il faut être moins interventionnistes face à la nature afin de pouvoir continuer à bénéficier des services écosystémiques qu'elle nous procure, bien qu'aucune rancune ne puisse exister face aux générations passées.



Photographie 1 : Construction de trottoirs en ciment sur l'avenue Principale en 1963 (tiré du Comité des festivités du 75e anniversaire de Rouyn-Noranda, 2001 ; Bolduc, 1963)

#### 1.1.2.2 Le réseau d'égouts

Le réseau d'égouts de la Ville a subi des travaux de réfection en 1998 lorsque la station d'épuration des eaux usées fut construite. Les eaux usées provenant du réseau sanitaire et unitaire de la ville y sont depuis acheminées. Toutefois, des surverses dans le réseau pluvial peuvent survenir lors d'évènements particuliers, bien qu'elles ne soient que peu documentées publiquement, telles que : des évènements de forte pluie, à la fonte des neiges, lors de travaux et de bris d'équipements à la station d'épuration (BBA et Fluvio, 2023; Proulx *et al.*, 2015).

Actuellement, des travaux visent à rendre le réseau séparatif plutôt qu'unitaire afin que ces surverses d'eaux usées ne soient plus possibles lorsque ces évènements ont lieu (Grafteaux, 2023). Un réseau séparatif est un réseau où les eaux usées et les eaux pluviales ne passent pas par le même réseau d'égouts.

### 1.2 Le lac Osisko comme élément central

#### 1.2.1 Usages passés

Le lac Osisko fait partie intégrante de la vie de la population rouynorandienne depuis la création de la Ville il y a moins d'un siècle. Cependant, dès ses débuts, le lac a vu la majeure partie des arbres l'entourant se

faire raser pour laisser place à l'urbanisation qui découlait de la minière, comme le montre la Photographie 2. Jusqu'en 1928, la population de Rouyn utilisait également l'eau du lac pour s'abreuver (Berthiaume, 1981).



Photographie 2 : Vue de Noranda à partir de la rive sud du lac Osisko (Vavasour et Dick, 1927)

Pour les personnes les plus fortunées, le moyen de transport le plus rapide demeurait l'avion, comme le montre la Photographie 3 où l'on voit deux hydravions posés sur le lac Osisko. Le pourtour du lac servait également d'aéroport et permettait de relier le district minier de Rouyn à l'Ontario, jusqu'à la création d'un véritable aéroport en 1949 (Berthiaume, 1981; Collectif Territoire, 2023b).



Photographie 3 : Deux hydravions posés sur le lac Osisko à Rouyn (Vavasour et Dick, 1930)

De nombreuses activités récréatives s'effectuaient sur le lac Osisko. En hiver et à partir du moment où l'épaisseur de glace le permettait, le patinage, le hockey et les courses de chiens de traîneau étaient des

activités très pratiquées. L'été, la baignade dans le lac était monnaie courante, avant que la population ne commence à subir des éruptions cutanées à la suite de leur baignade vers la fin des années 40. Celle-ci était pourtant couramment pratiquée lorsque le climat le permettait, comme le montre la Photographie 4.



Photographie 4 : Vue de Noranda et de baigneurs dans le lac Osisko (Bolduc, 1927)

Le lac Osisko est navigué depuis sa découverte par divers types d'embarcations, et notamment par des canots. En 1967, une flotte de 100 canotiers a même entrepris de rejoindre Montréal en partant du lac Osisko (Rouyn-Noranda Ville de culture, 2023). Il leurs a fallu parcourir 1 100 kilomètres et effectuer 22 portages sur 26 jours afin de rejoindre la grande ville. Sur la Photographie 5, on peut voir les équipes de Rouyn et de Noranda prêtes pour le grand départ. Ces canotiers ont marqué l'histoire régionale par ce qui est qualifié d'exploit, mais qui était auparavant régulièrement effectué par les communautés des Premières Nations.



Photographie 5 : Équipe de Rouyn et de Noranda en partance du lac Osisko avant de rejoindre Montréal (Collectif Territoire, 2023b)

Le lac Osisko occupait autrefois une superficie de 3,7 km<sup>2</sup> (BBA et Fluvio, 2023). Depuis 1968, la création de digues a permis de scinder le lac en trois afin de limiter les contaminants provenant des exploitations minières de la façon suivante : le bassin nord sert alors de bassin de polissage pour les eaux provenant en majeure partie du ruissellement de la Fonderie Horne, de parcs à résidus miniers et d'anciens sites d'exploitation minière, c'est-à-dire de bassin où la faible profondeur octroie un fort potentiel photosynthétique au phytoplancton afin de maximiser la production d'oxygène ; le bassin central récupère les eaux usées ; le bassin sud recueille celles du ruissellement urbain. Il est important de considérer qu'avant cela, l'entièreté du lac recevait l'ensemble de ces eaux. Depuis 1998 et la création de la station d'épuration, le bassin central ne reçoit les eaux usées qu'en cas de surcharge du réseau tel que mentionné dans la partie 1.1.2. La Photographie 6 expose le scindage du lac Osisko en trois bassins.



Photographie 6 : Position géographique des anciennes villes de Rouyn et de Noranda par rapport au lac Osisko et fragmentation de ce dernier en trois bassins (tiré de Esri Satellite, 2023)

Dans la suite de cet essai, seul le bassin sud du lac Osisko sera considéré lorsque l'on parlera de ce dernier.

### 1.2.2 Usages présents

Le lac Osisko est un lieu de contemplation, d'activités physiques, récréatives et culturelles.

Malgré son caractère anthropisé, il abrite une importante diversité aviaire avec au minimum 195 espèces observées, dont six espèces de goéland fréquentant « l'Île aux mouettes », deux espèces de harle et le fameux grèbe jougris (eBird, 2023). Le grèbe jougris, commun dans l'ouest et le centre du Canada, l'est beaucoup moins au Québec et sa nidification se limite au nord-est à la MRC de Rouyn-Noranda (Gagnon *et al.*, 2012). Le fait que cette espèce préfère les plans d'eau fortement perturbés par l'humain dans son choix de site de nidification justifierait la présence de 21 à 23 couples nicheurs sur le lac Osisko aux étés 2010 à 2011.

De nombreux lieux de contemplation sont présents autour du lac, comme un amphithéâtre naturel sur la Presque-Île non loin de l'Île aux mouettes, un aménagement de trottoirs en bois au-dessus de la berge dans la partie ouest du lac et la pointe de Dumulon au sud où se situe la Maison Dumulon, qui est le premier commerce de canton de Rouyn devenu site patrimonial en 1978 à vocation de mise en valeur historique du territoire rouynorandien (Collectif Territoire, 2023b; Maison Dumulon, 2023). À quelques pas de ce commerce se trouve RécréOsisko depuis 2010, organisme qui prête gratuitement des raquettes et des patins l'hiver, des vélos l'été et propose également la location de canots et pédalos à cette période de l'année. Cet organisme voit certaines des activités qu'il propose décroître, notamment la navigation sur le lac à cause de la prolifération exponentielle d'une espèce exotique envahissante : le Myriophylle à épis.

Un sentier polyvalent de 7,8 km permet aux cyclistes et autres usagers de faire le tour du bassin sud du lac depuis la fin des années 90. Il est multi-usages été comme hiver puisque lorsque la neige prend place, les motoneiges et les adeptes de ski et de raquettes remplacent les cyclistes, coureurs et marcheurs. Lorsque le lac est gelé, la population profite du lac pour patiner et pratiquer la pêche sur glace.

Les abords du lac Osisko sont un lieu d'effervescence. De nombreux festivals s'y déroulent l'été comme Osisko en Lumière, La Guinguette chez Edmund, le Festival de musique émergente, et des activités ponctuelles ont lieu tout au long de l'année comme le Festibière, Ma Noranda ou encore Beauce Carnaval (Collectif Territoire, 2023b; Rouyn-Noranda Ville de culture, 2023).

### 1.2.3 Usages perdus

Depuis le développement minier et l'urbanisation des abords du lac Osisko, de nombreux usages ne sont plus possibles, comme : l'accès à une eau de qualité suffisante à la consommation et à la baignade, la libre-navigation à cause de la prolifération des espèces aquatiques exotiques ou encore la pêche destinée à l'alimentation. En effet, bien que d'après le *Guide de consommation du poisson de pêche sportive en eau douce*, développé par le Ministère de l'Environnement, il est possible de consommer deux dorés jaunes ou deux perchaudes par mois (Ministère de l'Environnement, 2023), ces données considèrent seulement le mercure présent dans la chair des poissons et non tous les autres ETM ayant potentiellement des effets cumulatifs sur la santé de la personne qui les consomme. La pêche, lorsque pratiquée, se limite donc principalement à de la pêche sportive, c'est-à-dire avec remise à l'eau des poissons pêchés.

#### 1.2.4 Réappropriation du lac

Plusieurs initiatives visant la réappropriation du lac Osisko à des fins récréatives, économiques et touristiques ont été entreprises durant ces dernières décennies, et alors que certaines se sont concrétisées, d'autres ont été abandonnées (Collectif Territoire, 2023b). Parmi ces dernières, un projet de carrefour visant à stimuler les interactions communautaires et l'information touristique a été conceptualisé puis abandonné en 1997 ; un projet de Parc récréotouristique développé par l'équipe multidisciplinaire de la firme Devamco dans les années 2000 et aspirant à intégrer au lac Osisko un camping, un minigolf, une zone de baignade et une scène a également été ambitionné puis abandonné, bien que certaines réalisations de ce projet aient quand même vu le jour comme une aire de jeux pour enfants aux abords de la Presque-Île.

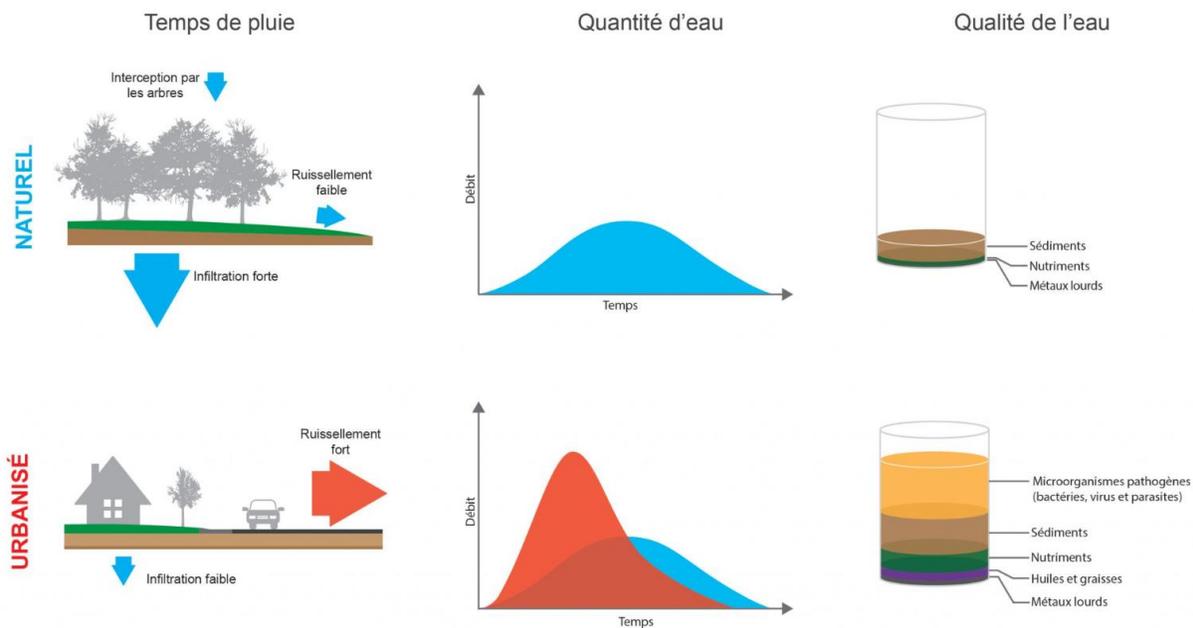
La volonté de réappropriation de cet élément central de Rouyn-Noranda, symbole de fierté et levier de cocréation, anime la créativité et les projets de sensibilisation et de mobilisation. Par exemple, en 2021, Zoé Julien-Tessier et Cassey Alisich ont peint sur le sentier polyvalent des œuvres inspirées d'ateliers créatifs organisés avec deux écoles du primaire visant à mettre en avant le rapport qu'ont les enfants avec leur lac. À l'été 2023, une journée poèmes et écriture libre organisée avec la population a fait émerger leur lien par rapport à ce joyau menacé qu'elle fréquente quotidiennement.

À ce jour, le projet le plus prometteur est le Projet lac Osisko du CT, débuté en 2021. Il doit culminer en 2026 à l'occasion du 100<sup>ème</sup> anniversaire de la Ville. Développé autour des sciences, de l'art, de la culture et du patrimoine, il vise à stimuler les différents secteurs d'activités rouynorandais et la communauté afin de développer des projets qui répondent aux problématiques environnementales du lac tout en dynamisant l'expérience vécue (Collectif Territoire, 2023a). Il est intersectoriel et allie éducation, environnement, tourisme et économie. Le Projet lac Osisko a notamment permis d'animer des ateliers de prototypage afin de réfléchir collectivement à des pistes de solutions pour le lac, développé une trousse pédagogique pour les jeunes afin de stimuler l'amour de l'environnement dans le plaisir et l'apprentissage, organisé des collectes de déchets, testé l'efficacité des phytotechnologies avec des îles flottantes végétalisées, créé des cabanes à pêche multi-usages. Il vise, en outre, à rassembler les talents, les expertises et les ressources de la communauté afin de mettre en œuvre des solutions environnementales novatrices et adaptées aux besoins du lac Osisko.

## 1.3 La gestion durable des eaux pluviales

### 1.3.1 Principes

L'augmentation des aires imperméabilisées causée par l'urbanisation engendre des problématiques quant à la quantité et à la qualité des eaux acheminées vers le milieu récepteur. En perturbant la dynamique naturelle des eaux de ruissellement, l'imperméabilisation des sols réduit l'infiltration des eaux pluviales et donc : augmente les débits de ruissellement de pointe, soit la quantité d'eau qui entre dans le milieu récepteur en fonction du temps ; facilite le transport des MES, des nutriments, des sels de déglçage, des ETM et des divers contaminants tel que le montre la Figure 1 (APEL, 2013; St-Hilaire *et al.*, 2016; Verge, 2020).



Auteur: William Verge, 2013

Figure 1 : Comparaison de l'impact de la nature des sols face aux évènements pluvieux quant à la quantité et à la qualité de l'eau qui ruisselle entre un milieu naturel et un milieu urbanisé (tiré de Verge, 2020)

Les pratiques de gestion optimales des eaux pluviales (PGO) sont l'élément clé de la GDEP et permettent de favoriser l'infiltration des eaux pluviales dans les sols et de limiter les apports au milieu récepteur. Deux types de PGO se distinguent : les PGO non structurales et les PGO structurales.

## 1.3.2 Les types de PGO

### 1.3.2.1 Pratiques non structurales

Les PGO non structurales sont celles qui s'appuient sur un contrôle à la source des eaux de ruissellement, que ce soit sur terrain privé ou sur terrain public. Ces techniques n'impliquent pas nécessairement la construction de nouveaux ouvrages mais plutôt leur intégration dans les façons de penser et de concevoir les nouvelles infrastructures et d'entretenir celles déjà existantes, et sont donc par conséquent moins coûteuses. Elles s'appuient sur trois piliers : i) la minimisation des impacts négatifs de l'imperméabilisation des sols en intégrant les PGO dès la planification, la conception et la construction de sites et d'infrastructures ; ii) l'entretien des surfaces perméables et imperméables afin de minimiser le relargage potentiel de polluants et d'assurer le bon fonctionnement des éléments d'acheminement des eaux en place ; iii) l'éducation, la sensibilisation et la participation de la population afin de faire prendre conscience des enjeux du ruissellement urbain et des PGO existantes qui permettent de résoudre ou d'atténuer les problématiques liées au ruissellement urbain (MDDEFP et MAMROT, 2011; Verge, 2020). Synthétiquement, elles consistent à : intégrer la GDEP dans les outils de planification, d'aménagement et d'urbanisme du territoire en diminuant par exemple la taille des routes et des stationnements ou la quantité d'engrais et de sels de déglacage épandus, en favorisant les matériaux de revêtements perméables, en faisant un entretien adéquat des infrastructures de GDEP en place et en incitant la population et les organismes privés à intégrer les PGO lors de l'aménagement de sites.

Bien qu'essentielles, ces PGO ne seront que peu abordées dans cet essai. Elles sont présentées dans le chapitre 11 du *Guide de gestion des eaux pluviales* (MDDEFP et MAMROT, 2011).

### 1.3.2.2 Pratiques structurales

Les PGO structurales se divisent en trois types selon leur localisation dans le réseau de drainage des eaux pluviales, tel que montré dans Figure 2, soient : les contrôles à la source (privé et public), les contrôles en réseau et les contrôles en fin de réseau (CERIU, 2023; MDDEFP et MAMROT, 2011).

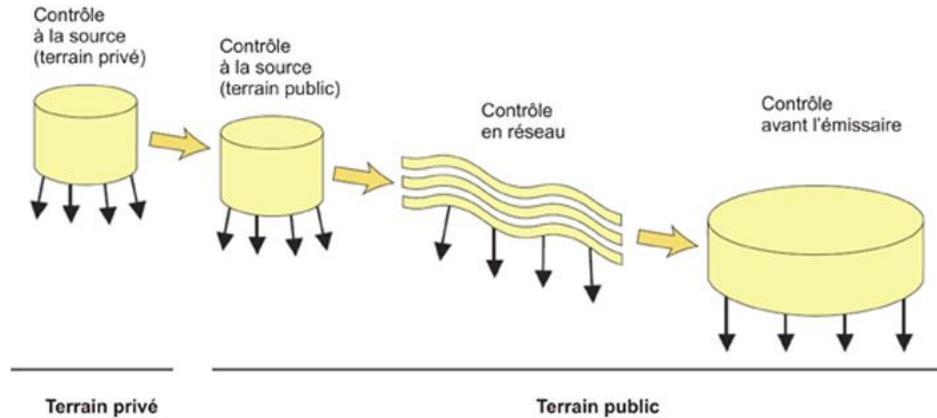


Figure 2 : Catégorisation des PGO en fonction de leur positionnement dans le réseau de drainage des eaux pluviales (tiré de MDDEFP et MAMROT, 2011)

Les principaux mécanismes impliqués dans les PGO sont la décantation, la filtration, l'infiltration, l'assimilation, la rétention par les plantes ainsi que la phytoremédiation (MDDEFP et MAMROT, 2011; Québec Vert, 2023).

Parmi les PGO de contrôle à la source, on retrouve par exemple la réduction de la pente du terrain, le débranchement des gouttières au réseau de la ville, l'implantation de jardins de pluie, des toits végétalisés et des aires de biorétention (MDDEFP et MAMROT, 2011).

Les PGO peuvent être classifiées par groupe et sont décrites dans le Tableau 1.

Parmi elles, certaines doivent être situées en amont d'autres ouvrages afin de minimiser la quantité d'intrants qui vont s'y retrouver et ainsi maximiser leur efficacité et diminuer les besoins en maintenance et en entretien (MDDEFP et MAMROT, 2011). Les fossés engazonnés, les noues végétalisées, les trappes à sédiments, ou encore des séparateurs à vortex ou d'huile et sédiments sont adaptés à ce rôle de cellules de prétraitement.

Cependant, nous nous intéresserons surtout dans cet essai aux IV comme PGO puisque ce sont celles-ci qui induisent le plus de cobénéfices dans leurs services écosystémiques environnementaux, sociaux et économiques (CERIU, 2023; Québec Vert, 2023).

Tableau 1 : Classification des PGO par groupe et description associée (tiré de MDDEFP et MAMROT, 2011)

Groupe	PGO	Description
Bassins de rétention	Bassin sec	Un bassin sec est conçu pour recevoir en temps de pluie les eaux de ruissellement pour certaines gammes de débits; règle générale, il se vide sur une période relativement courte et demeure sec lorsqu'il n'y a pas de précipitation.
	Bassin sec avec retenue prolongée	La retenue des eaux pour les événements fréquents (contrôle qualitatif) peut être prolongée (entre 24 et 48 heures) puisqu'il a été démontré que le traitement pouvait ainsi être amélioré.
	Bassin avec retenue permanente	Bassin qui maintient une retenue permanente d'eau et qui effectue les différents contrôles avec une augmentation temporaire de la retenue lors de précipitations. Globalement, il a été démontré que ce type de bassin permettait d'avoir un meilleur rendement pour le contrôle qualitatif qu'un bassin sec.
Marais artificiels	Marais peu profond	Marais qui effectue un contrôle qualitatif avec différentes cellules de faibles profondeurs.
	Marais avec retenue prolongée	Marais qui effectue un contrôle qualitatif accentué avec une retenue prolongée des eaux de ruissellement.
	Système hybride bassin/marais	Système où un bassin avec une retenue permanente est implanté en amont du marais artificiel.
Systèmes avec végétation	Fossé engazonné sec	Fossé ou dépression conçu pour retenir temporairement les eaux et promouvoir l'infiltration dans le sol.
	Fossé engazonné avec retenue permanente	Fossé ou dépression avec retenue permanente et végétation spécifique (marais) conçu pour retenir temporairement les eaux et promouvoir l'infiltration dans le sol.
	Fossé engazonné avec biofiltration	Fossé ou dépression conçu pour retenir temporairement les eaux et promouvoir l'infiltration dans le sol, avec la mise en place de matériaux et de végétation favorisant une biofiltration.
	Bande de végétation filtrante (avec ou sans biofiltration)	Surfaces gazonnées avec des pentes et des dimensions appropriées, conçues pour traiter un écoulement de surface en nappe et éliminer certains polluants par filtration et infiltration.
Systèmes avec infiltration	Bassin d'infiltration	Dépression de surface qui permet de stocker le ruissellement pour favoriser par la suite l'infiltration, partielle ou totale, dans le sol.
	Tranchée d'infiltration	Pratique par laquelle les eaux de ruissellement sont traitées dans les vides d'un volume de pierre nette ou à l'intérieur d'une chambre avant d'être infiltrées en tout ou en partie.
	Pavé ou pavage poreux	L'utilisation de pavé en béton poreux ou d'asphalte poreux permet l'infiltration d'une certaine partie du ruissellement.
Systèmes de filtration	Filtre à sable de surface	Pratiques de filtration qui traitent les eaux de ruissellement en décantant les particules de plus grandes dimensions dans une chambre à sédiments, et qui filtrent ensuite à travers un filtre à sable.
	Filtre à sable souterrain	Pratiques de filtration qui traitent en réseaux les eaux de ruissellement en décantant les particules de plus grandes dimensions dans une chambre à sédiments, et qui filtrent ensuite à travers un filtre à sable.
	Filtre à sable en périphérie	Filtre qui comprend une chambre à sédiment peu profonde et un lit de filtre à sable en parallèle. Peut être utilisé en périphérie des stationnements.
Autres techniques	Mécanismes hydrodynamiques à vortex	Différents équipements permettant la séparation des matières en suspension par un processus hydrodynamique qui crée un vortex. Plusieurs modèles commerciaux existent.
	Séparateurs d'huile, graisse et sédiments	Différents équipements permettant l'enlèvement d'un certain pourcentage de polluants par la capture des débris et une décantation par gravité.

### 1.3.3 Le cadre juridique autour de la GDEP

#### 1.3.3.1 Lois et règlements ministérielles

##### 1.3.3.1.1 La Loi sur la qualité de l'environnement

L'article 22 de la Loi sur la qualité de l'environnement (LQE) énumère les projets devant préalablement à leur réalisation obtenir une autorisation du ministre, et le paragraphe 3 s'adresse explicitement à « l'établissement, la modification ou l'extension de toute installation de gestion ou de traitement des eaux visée à l'article 32 ainsi que l'installation et l'exploitation de tout autre appareil ou équipement destiné à traiter les eaux, notamment pour prévenir, diminuer ou faire cesser le rejet de contaminants dans l'environnement ou dans un réseau d'égout »<sup>1</sup>. L'article 32 définit une installation de gestion ou de traitement des eaux comme : un système d'aqueduc, un système d'égout ou un système de gestion des eaux pluviales<sup>2</sup>. Le Règlement sur l'encadrement d'activités en fonction de leur impact sur l'environnement (REAFIE) définit les eaux pluviales et les eaux de ruissellement comme les « eaux qui s'écoulent en surface, issues d'une précipitation liquide ou de la fonte de neige ou de glace », et un système de gestion des eaux pluviales est défini comme « tout ouvrage d'origine anthropique utilisé pour la collecte, l'entreposage, le transport ou le traitement des eaux pluviales, y compris un fossé »<sup>3</sup>. Les PGO et autres ouvrages destinés à gérer et/ou traiter les eaux pluviales sont donc concernés par l'article 22 de la LQE.

Lorsqu'un projet est assujéti à l'article 32 de la LQE, un formulaire d'autorisation doit être envoyé au ministre. Le module B de ce formulaire traite de la gestion des eaux pluviales, et le point B-12 stipule qu'« en plus du programme d'entretien, la demande d'autorisation contient une résolution de la municipalité dans laquelle celle-ci s'engage à entretenir les ouvrages et à tenir un registre d'exploitation et d'entretien. Dans le cas d'un projet entièrement privé (p. ex., développements commerciaux), l'engagement peut être pris par le propriétaire. », ce qui permet d'assurer la pérennité des PGO mis en place. L'article 123.1 de la LQE vient appuyer ceci puisqu'il stipule que le titulaire d'une autorisation « est tenu d'en respecter les normes ainsi que les conditions, restrictions et interdictions qui y sont prévues »<sup>4</sup>.

---

<sup>1</sup> LQE, chapitre Q-2, article 22, paragraphe 3

<sup>2</sup> LQE, chapitre Q-2, article 32

<sup>3</sup> LQE, chapitre Q-2, règlement 17.1, article 3

<sup>4</sup> LQE, chapitre Q-2, article 123.1

#### 1.3.3.1.2 Le REAFIE

L'article 9 du REAFIE appuie les articles du paragraphe précédent : « tout appareil ou équipement utilisé pour réduire le rejet de contaminants dans l'environnement doit être maintenu en bon état de fonctionnement en tout temps. Il doit en outre être utilisé de manière optimale afin de limiter les rejets de contaminants. Il en est de même pour tout aménagement, infrastructure, ouvrage ou installation visé par le présent règlement. »<sup>5</sup>.

L'article 174 du REAFIE<sup>6</sup> présente des dispositions générales concernant la gestion des eaux pluviales et l'article 218<sup>7</sup> se voit complémentaire puisqu'il permet de définir les termes utilisés dans ce règlement. L'article 175 stipule que « le maître de l'ouvrage doit confier à un ingénieur la supervision des travaux pour l'établissement, la modification ou l'extension d'un système d'aqueduc, d'un système d'égout ou d'un système de gestion des eaux pluviales. L'ingénieur doit, dans les 60 jours de la fin des travaux, produire un rapport sur l'exécution des travaux, notamment pour attester de leur conformité avec les conditions prévues par le présent règlement et, le cas échéant, celles mentionnées dans l'autorisation délivrée pour les travaux. »<sup>8</sup>, ainsi que les modalités pour lesquelles cet article ne s'applique pas.

D'autre part, un projet de PGO doit également être conforme à la Directive 004 qui permet de respecter les normes et exigences ministérielles en matière d'égout, nécessaires au bon fonctionnement et à la conformité d'une PGO.

L'article 222 du REAFIE énonce les conditions qui doivent être respectées afin que « l'établissement et l'extension d'un système de gestion des eaux pluviales non tributaire d'un système d'égout unitaire » soit admissible à une déclaration de conformité<sup>9</sup>.

---

<sup>5</sup> LQE, chapitre Q-2, règlement 17.1, article 9

<sup>6</sup> LQE, chapitre Q-2, règlement 17.1, article 174

<sup>7</sup> LQE, chapitre Q-2, règlement 17.1, article 218

<sup>8</sup> LQE, chapitre Q-2, règlement 17.1, article 175

<sup>9</sup> LQE, chapitre Q-2, règlement 17.1, article 222

Ces deux articles stipulent que la conception de tout système de gestion des eaux pluviales doit être conforme au Code de conception d'un système de gestion des eaux pluviales admissible à une déclaration de conformité<sup>10</sup>.

Les articles 224, 225 et 226<sup>11</sup> présentent les conditions pour lesquelles, respectivement, les systèmes de gestion des eaux pluviales, leur modification, et les systèmes non-tributaires d'un système d'égout peuvent être exemptés de l'autorisation du ministre comme prévu au paragraphe 3 de l'article 22 de la LQE. Cependant, même si le projet peut au premier abord paraître exempté, il peut tout de même être assujéti à une demande d'autorisation si le projet touche un milieu humide et hydrique en vertu du paragraphe 4 du même article<sup>12</sup>.

L'article 220<sup>13</sup> présente les renseignements et documents additionnels nécessaires à une demande d'autorisation pour un système de gestion des eaux pluviales, tandis que l'article 223<sup>14</sup> présente ceux nécessaires à une déclaration de conformité.

#### 1.3.3.2 Les pouvoirs juridiques des municipalités

Le schéma d'aménagement et de développement (SAD) permet aux MRC une meilleure gestion de leur territoire, notamment en établissant quelles sont les orientations de développement de l'urbanisation, quels sont les territoires les plus propices à accueillir de nouvelles infrastructures urbaines, par exemple en fonction de leur faible capacité d'infiltration, ou de leur faible valeur écosystémique.

La Loi affirmant le caractère collectif des ressources en eau et favorisant une meilleure gouvernance de l'eau et des milieux associés, également appelée Loi sur l'eau<sup>15</sup>, permet de renforcer l'importance de la gestion de l'eau dans les municipalités québécoises et se voit complémentaire à la Loi sur l'aménagement et l'urbanisme (LAU) afin de permettre l'intégration de la gestion de l'eau au cœur du SAD d'une MRC.

---

<sup>10</sup> LQE, chapitre Q-2, règlement 9.01

<sup>11</sup> LQE, chapitre Q-2, règlement 17.1, articles 224, 225, 226

<sup>12</sup> LQE, chapitre Q-2, article 22, paragraphe 4

<sup>13</sup> LQE, chapitre Q-2, règlement 17.1, article 220

<sup>14</sup> LQE, chapitre Q-2, règlement 17.1, article 223

<sup>15</sup> Loi sur l'eau, chapitre C-6.2

Elle met notamment en avant le caractère vital et vulnérable de l'eau, ainsi que l'importance de renforcer sa gestion étant donné qu'il s'agit d'un bien commun à tous, et que chacun doit avoir accès à celui-ci avec une qualité et une quantité suffisante pour satisfaire ses besoins vitaux.

La Loi sur les compétences municipales (LCM) donne la possibilité aux MRC d'« adopter des règlements pour régir toute matière relative à l'écoulement des eaux d'un cours d'eau, y compris les traverses, les obstructions et les nuisances. »<sup>16</sup>.

Une municipalité peut adopter un plan d'urbanisme (PU) qui se doit de suivre les directives établies par le SAD d'une MRC. La GDEP peut s'intégrer dans le PU étant donné qu'il confère aux municipalités le pouvoir de décider, en tenant compte du SAD, les zones d'intérêt qui doivent être pourvues de PGO afin de limiter l'entrée directe des eaux de ruissellement dans un plan d'eau, en mettant en place un marais artificiel ou des noues végétalisées par exemple.

Une municipalité peut également établir, dans le cadre de son PU, des programmes particuliers d'urbanismes (PPU), où chaque PPU s'applique à une partie du territoire seulement<sup>17</sup>. Un PPU permet de définir des règles spécifiques à certains secteurs du territoire qui n'auraient pas les mêmes contraintes et enjeux que le reste du territoire. Dans le cadre de la GDEP, il peut notamment permettre d'établir des règles de construction pour les infrastructures urbaines, comme obliger l'implantation de noues végétalisées en bordure de route lors de leur réfection afin de gérer convenablement les eaux de ruissellement urbain.

Le règlement de lotissement permet de spécifier, selon le zonage établi, les caractéristiques que doivent respecter les habitations et les terrains entre eux, ainsi que, « selon la topographie des lieux et l'usage auquel elles sont destinées, la manière dont les rues et ruelles, publiques ou privées, doivent être tracées, la distance à conserver entre elles et leur largeur »<sup>18</sup>. Cela permet, par exemple, de favoriser l'infiltration des eaux en régissant une distance minimale entre des lots, de limiter le ruissellement occasionné par des routes surdimensionnées et de prendre des mesures adéquates selon la distance les séparant d'un ouvrage de GDEP.

---

<sup>16</sup> LCM, chapitre C47.1, article 104

<sup>17</sup> LAU, chapitre A-19.1, article 85

<sup>18</sup> LAU, chapitre A-19.1, article 115

Si une demande de modification des règlements d'urbanisme est émise, le conseil d'une municipalité peut exiger l'adoption d'un règlement sur les plans d'aménagement d'ensemble<sup>19</sup>. Cela permet, pour chaque zone d'intérêt, d'exiger une certaine harmonie dans son développement. Ainsi, une municipalité peut exiger le respect de critères spécifiques liés aux caractéristiques des sols et terrains, et d'inclure des éléments qui devront nécessairement être considérés lors de la conception d'un quelconque projet de développement ou d'aménagement sur cette zone. La municipalité pourrait par exemple exiger qu'une GDEP s'y effectue par l'implantation d'IV.

Le règlement sur les plans d'implantation et d'intégration architecturale de la LAU permet aux municipalités d'« assujettir la délivrance de permis de construction ou de lotissement ou de certificats d'autorisation ou d'occupation à l'approbation de plans relatifs à l'implantation et à l'architecture des constructions ou à l'aménagement des terrains et aux travaux qui y sont reliés »<sup>20</sup>. Il permet de s'assurer de la qualité architectural et structurelle liée à un projet de construction ou d'aménagement de terrain selon le zonage<sup>21</sup>. Ainsi, les municipalités peuvent définir des critères spécifiques liés à la GDEP, comme les types de matériaux et de revêtements utilisés pour revêtir les sols, ainsi que la localisation des systèmes d'écoulement des eaux.

Le règlement sur les ententes relatives à des travaux municipaux permet à une municipalité d'exiger une entente avec un promoteur avant de délivrer un permis ou un certificat de construction ou d'occupation<sup>22</sup>. Cette entente règlementaire permet à une municipalité d'exiger du promoteur le paiement intégral ou le partage des coûts liés à l'implantation de PGO en amont, en aval, ou sur le site sur lequel le projet doit avoir lieu.

#### 1.3.4 Modèle actuel de GDEP à Rouyn-Noranda

Le règlement n°2013-775 définit des normes concernant le branchement d'égout pluvial, les normes d'installation, le diamètre et les caractéristiques du regard d'égout pluvial (Ville de Rouyn-Noranda, 2023). Le paragraphe 8.6 de l'article 8 s'applique aux nouvelles constructions (bâtiment, stationnement, aire d'entreposage ou autre) et impose seulement une limite quantitative du débit provenant du lot qui peut

---

<sup>19</sup> LAU, chapitre A-19.1, article 145.9

<sup>20</sup> LAU, chapitre A-19.1, article 145.15

<sup>21</sup> LAU, chapitre A-19.1, article 145.17

<sup>22</sup> LAU, chapitre A-19.1, article 145.21

être envoyé dans le réseau pluvial de la Ville, soit 50 L.s.ha<sup>-1</sup>. Le paragraphe 8.3 stipule quant à lui que les gouttières doivent être déconnectées du réseau d'égout municipal.

Autrement, aucun règlement ne concerne la GDEP, et dans le cas d'un nouveau projet, les seules obligations sont définies au cas par cas entre la Ville et le promoteur par des protocoles d'entente.

Contrairement à certaines municipalités au Québec, il n'y a pas non plus de règlement imposant un certain pourcentage de verdissement pour les nouveaux projets de construction, bien que cela puisse permettre l'incitation des promoteurs à intégrer la GDEP dans leur développement, pour des stationnements par exemple.

Au jour où cet essai est écrit, un seul ouvrage de PGO a été implanté dans le bassin versant sud du lac Osisko : les berges du lac lui-même ont été revégétalisées par l'Organisme de bassin versant du Témiscamingue (OBVT) en 2012 sur une largeur parfois insuffisante pour être réglementaire puisqu'inférieure à 10-15 m (selon la pente) étant donné qu'une partie des berges est sur terrains privés et que l'autre partie est bridée par les infrastructures en place telles que le sentier polyvalent (Québec Vert, 2022). Au-delà de cette initiative d'IV réalisée par l'OBVT, aucune autre n'a été recensée sur le bassin versant sud du lac Osisko en terrain public. Bien que plusieurs études complémentaires doivent être effectuées avant de mettre en place des PGO, celles en notre possession permettent d'affirmer que l'heure n'est pas au principe de précaution mais bel et bien au principe d'action.

La première ligne directrice globale du Plan d'aménagement des abords du lac Osisko paru en 2022 est « déployer une PGO dans les bassins versants du lac » (Ville de Rouyn-Noranda, 2022). Ce plan mériterait toutefois d'être partiellement revisité puisque les intervenants afin d'implanter une GDEP aux abords du lac Osisko sont exclusivement « Interne (à la Ville) », « Consultants spécialisés en ingénierie civile et environnement » ainsi que les terrains privés où pourrait s'implanter des ouvrages. Nous aborderons dans le CHAPITRE 3 pourquoi et comment bien d'autres acteurs doivent être intégrés au processus afin de limiter les pressions sur la Ville en termes de ressources, de faciliter la réalisation de ces projets et de favoriser leur désirabilité ainsi que les cobénéfices que peuvent induire les IV pour le lac Osisko et sa communauté.

## CHAPITRE 2

### LA NÉCESSITÉ D'UNE GDEP À ROUYN-NORANDA

Dans ce chapitre, nous présenterons pourquoi il est nécessaire d'implanter des IV pour gérer les eaux pluviales à Rouyn-Noranda et nous déterminerons quels émissaires doivent être jugés prioritaires.

#### 2.1 Une nécessité pour le lac Osisko

##### 2.1.1 L'adaptation aux changements climatiques

###### 2.1.1.1 L'augmentation des risques liés au ruissellement urbain

D'après le portail de données en ligne développé en collaboration entre Environnement et Changement Climatique Canada, le Centre de Recherche Informatique de Montréal, CLIMAtlantic, Ouranos, le Pacific Climate Impacts Consortium, le Centre Climatique des Prairies et HabitatSeven, les précipitations annuelles moyennes pour le lac Osisko étaient de 871 mm pour la période 1971-2000 (DonnéesClimatiques.ca, 2023). Pour la période 2021-2050, il est attendu une augmentation de 50 mm de pluie par an quelles que soient les émissions de GES. Pour la fin du siècle (2071-2100), si les émissions sont faibles (SSP1-2.6) une augmentation de 60 mm.an<sup>-1</sup> est à prévoir alors qu'elle sera de 137 mm.an<sup>-1</sup> avec des émissions élevées (SSP5-8.5), passant donc respectivement à 931 mm.an<sup>-1</sup> et 1 008 mm.an<sup>-1</sup>. Ces variations projetées sont représentées dans la Figure 3.

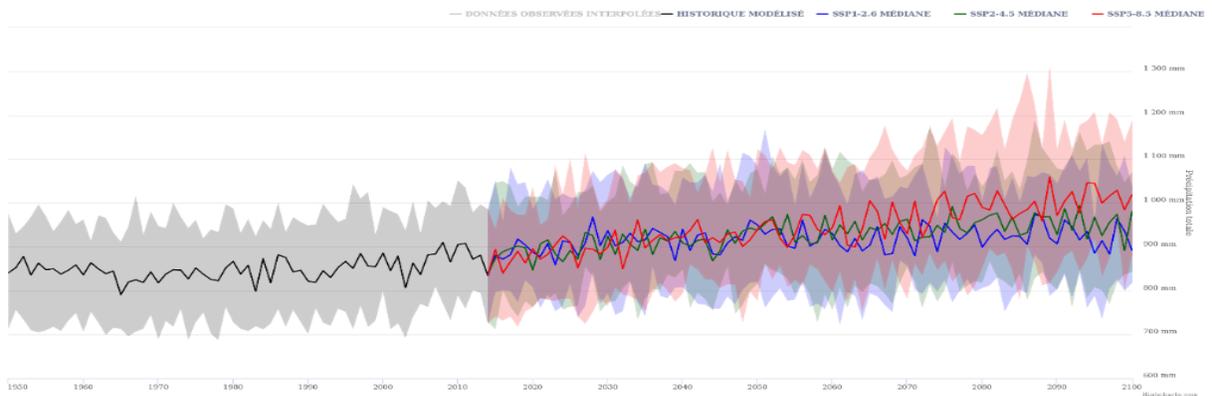


Figure 3 : Tendances climatiques projetées pour les précipitations moyennes annuelles au lac Osisko (tiré de Donnéesclimatiques.ca, 2023)

Les pluies sont caractérisées selon leur intensité, leur durée et leur fréquence (IDF) et elles sont considérées selon leur probabilité à survenir aux 2, 5, 10, 25, 50 et 100 ans, également appelée « temps

de retour » (Mailhot *et al.*, 2021). Alors que les valeurs projetées dans la Figure 3 sont des moyennes annuelles, la récurrence des évènements pluvieux extrêmes va augmenter avec les CC comme le montre la Figure 4. Le dimensionnement des structures de GDEP doit être pensé à long terme et prendre en considération ces changements afin de ne pas sous-dimensionner les PGO structurales et donc de limiter leur potentiel d'atténuation des débits de pointe, d'infiltration des eaux de pluie et de recharge des eaux souterraines.

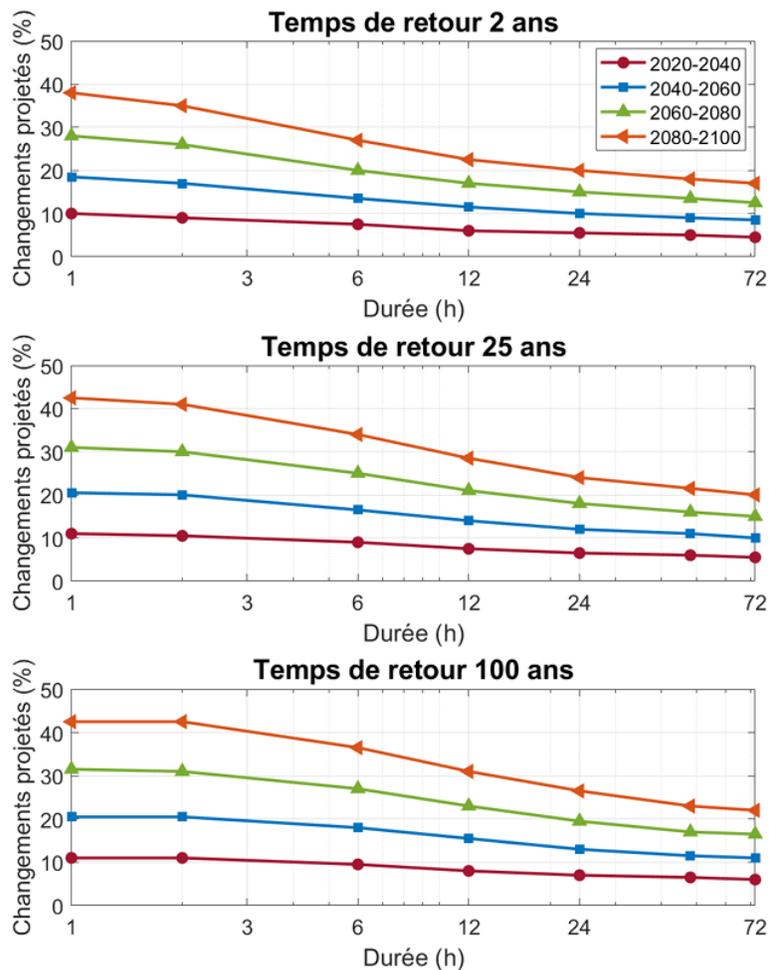


Figure 4 : Changements projetés en fonction de la durée de l'évènement pluvieux pour le sud du Québec pour les horizons 2020-2040, 2040-2060, 2060-2080 et 2080-2100 par rapport à la période 1990-2020 pour les temps de retour 2, 25 et 100 ans (tiré de Mailhot *et al.*, 2021)

#### 2.1.1.2 Les îlots de chaleur urbain

Toujours d'après DonnéesClimatiques.ca, les températures annuelles moyennes étaient de 1,5 °C pour la période 1971-2000 au lac Osisko. Pour la période 2021-2050, il est attendu qu'elles augmenteront entre

2,3 °C (SSP1-2.6) et 2,7 °C (SSP5-8.5). Pour la fin du siècle (2071-2100), elles augmenteront entre 2,9 °C et 6,9 °C, soient des températures moyennes annuelles comprises entre 4,4 °C et 8,4 °C. Ces valeurs projetées sont représentées dans la Figure 5.

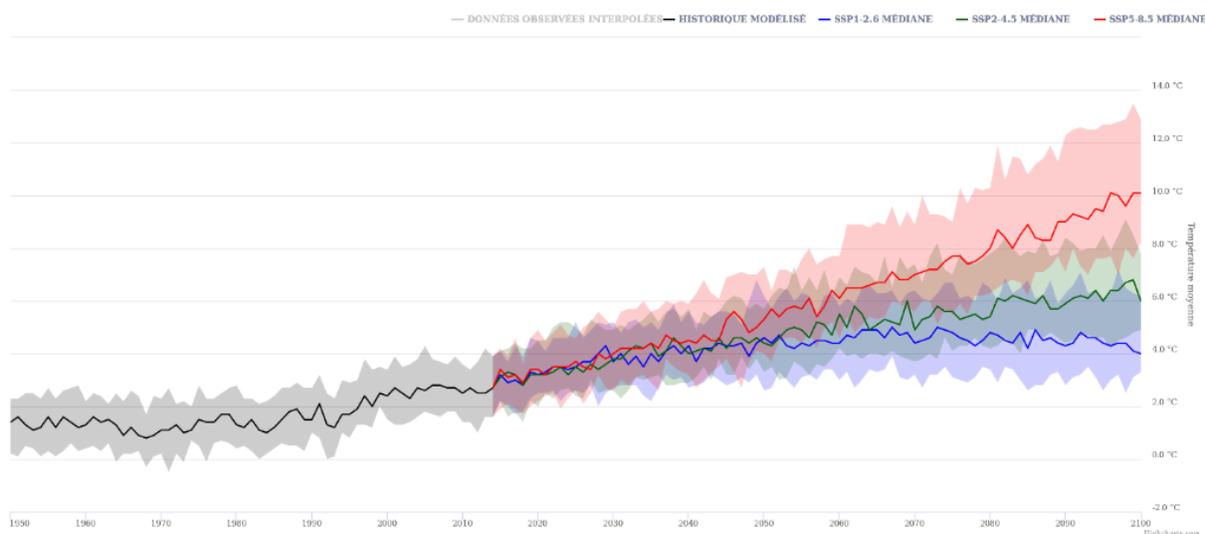


Figure 5 : Tendances climatiques projetées pour les températures moyennes annuelles au Lac Osisko (tiré de DonnéesClimatiques.ca, 2023)

Tel que montré en Annexe A, les zones urbanisées de la ville de Rouyn-Noranda sont déjà des îlots de chaleur urbains (Données Québec, 2023). Étant donné que les températures moyennes annuelles vont augmenter et donc que ce constat va empirer, des mesures d'adaptation doivent être entreprises dès maintenant afin de reverdir le centre urbanisé de Rouyn-Noranda, ce qui peut être fait par l'intermédiaire des IV pour la GDEP afin d'avoir un double impact bénéfique et d'ainsi créer des îlots de fraîcheur urbains.

### 2.1.1.3 Autres services écosystémiques de régulation des IV face aux CC

#### 2.1.1.3.1 Le stockage du carbone atmosphérique

Alors que l'empreinte carbone liée au cycle de vie des infrastructures grises est importante à cause de la production de matériaux, à la construction et aux phases de maintenance, leurs homologues végétalisés permettent quant à eux la séquestration du carbone atmosphérique lors de leur phase de fonctionnement. Par exemple, il a été estimé qu'une fois en phase de fonctionnement les aires de biorétention, les toits verts et les noues végétalisées permettent de compenser respectivement de 70 %, 68 % et 45 % leur empreinte carbone (Kavehei *et al.*, 2018). Les fossés engazonnés ainsi que les zones humides créées tels que des bassins à retenue permanente en eau seraient quant à eux capables de stocker plus de carbone

que ce qui est nécessaire à leur construction et à leur entretien puisqu'ils nécessitent dans bien des cas moins de matériaux de construction que les autres PGO structurales (Moore et Hunt, 2013).

#### 2.1.1.3.2 Le maintien de la biodiversité

La diversité et la richesse végétales présentes dans les IV permettent de décupler les ressources florales disponibles pour les pollinisateurs (Monberg *et al.*, 2019) ainsi que créer de nombreux habitats fauniques (Hale *et al.*, 2019).

Au Québec, les politiques de compensation des milieux humides détruits ou perturbés par les projets anthropiques ne permettent pas la création d'aires équivalentes à celles dénaturées (Poulin *et al.*, 2016). Les PGO structurales végétalisées peuvent permettre, en plus d'assurer l'intégrité des milieux récepteurs, la création de nouveaux milieux humides temporaires ou permanents, et ce en milieu rural. En plus de la GDEP assurée par les IV et bien que ces dernières diffèrent des milieux naturels de par leur structure et la composition physicochimique de leurs eaux, la structure des communautés de macroinvertébrés sont similaires à celles que l'on retrouve en milieu naturel (Hassall et Anderson, 2015). Les IV permettent alors de créer des sources d'alimentation pour de nombreuses espèces aviaires, en plus de constituer des habitats fauniques essentiels dans les milieux fragmentés et urbanisés que sont nos villes.

#### 2.1.2 La santé du lac Osisko

##### 2.1.2.1 Contamination du lac

Bien que les causes ne soient pas déterminées avec exactitude et peuvent être les engrais chimiques utilisés sur le bassin versant ou bien les surverses du réseau d'égouts d'eaux usées, la concentration en P dans le lac est élevée et augmente le potentiel de croissance des plantes exotiques envahissantes dans le lac Osisko, comme le Myriophylle à épis, en plus d'accélérer son eutrophisation (Proulx *et al.*, 2015).

Le lac a été et est encore victime aujourd'hui des activités minières, industrielles et anthropiques qui émettent des contaminants dans l'atmosphère. Ceux-ci peuvent se déposer directement dans le lac, mais également sur les surfaces périphériques puis se retrouver dans le milieu récepteur après lessivage des surfaces par la pluie. Les concentrations en soufre et en ETM sont élevées dans la vase et les sédiments du lac puisqu'ils s'y déposent (Darricau *et al.*, 2021), contrairement à la colonne d'eau du lac puisque leur densité est supérieure à celle de l'eau et que son pH élevé facilite la sédimentation des ETM (Proulx *et al.*, 2015). On y retrouve par exemple du fer, du zinc, du cuivre et du sulfure en grandes concentrations. Le

choix des techniques de retrait devra prendre en considération les dangers associés à une remise en suspension des sédiments car celle-ci risquerait de contaminer toute la colonne d'eau et de rendre ces derniers biodisponibles pour les organismes vivant dans le lac. Des processus de stabilisation et de solidification seraient nécessaires avant enlèvement de la matière sédimentaire contaminée afin de minimiser le risque de contamination de la colonne d'eau (Darricau *et al.*, 2021). L'oxydation de la matière organique et du soufre peut cependant permettre la remise en suspension de ces particules (Darricau *et al.*, 2021), de même que des conditions anoxiques (Proulx *et al.*, 2015).

D'autre part, des contaminants émergents comme des produits pharmaceutiques et de soins personnels ont été détectés en concentrations élevées dans le lac Osisko (Chekili, 2022). Parmi eux, on retrouve la caféine, l'acide salicylique, l'acide anthranilique ainsi que le méthylparabène. Ils peuvent être transportés au lac Osisko à la fois de manière directe par les eaux de ruissellement et à la fois de façon diffuse par les eaux souterraines dû à des installations septiques potentiellement désuètes.

D'autres contaminants provenant des activités anthropiques peuvent se retrouver dans le lac Osisko après ruissellement urbain comme les hydrocarbures, les microplastiques, les sels de déglçage et les abrasifs.

#### 2.1.2.2 Les apports en eau

Les apports en eau du lac Osisko se composent à 57 % des précipitations directes sur le lac, à 38 % du ruissellement provenant du bassin versant sud, zone en bleu sur la Figure 6, et à 5 % des apports de la nappe phréatique (BBA et Fluvio, 2023).



Figure 6 : Délimitation du bassin versant sud et des bassins versant pour chaque émissaire (numérotés de 1 à 20) du lac Osisko (tiré de BBA et Fluvio, 2023)

## 2.2 La détermination des émissaires prioritaires

### 2.2.1 Les émissaires

#### 2.2.1.1 Surfaces drainées

Comme le montre la Figure 6, 20 émissaires constituent la source d'alimentation principale en eaux de ruissellement du lac Osisko (BBA et Fluvio, 2023). La superficie totale de leurs bassins versants a été estimée à 2,32 km<sup>2</sup> à l'aide des données LiDAR (Light Detection and Ranging) disponibles en ligne et de celles du *Plan du réseau de drainage de la ville de Rouyn-Noranda*.

D'après l'estimation de l'*Étude hydrologique du lac Osisko*, 75 % de cette superficie sont imperméabilisés (BBA et Fluvio, 2023).

En considérant que la hauteur moyenne de précipitations par année sur le bassin versant sud a été de 872 mm (pluie et neige cumulées) entre 1996 et 2022 à la station météorologique de la Ville (7086716), il est possible de déterminer quel est le volume d'eau provenant du ruissellement urbain pour chaque bassin

versant des émissaires grâce à leur superficie à leur coefficient de ruissellement de pointe (Cp), comme le montre le Tableau 2.

Plus le Cp est proche de 1, plus la capacité de l'eau à ruisseler est importante (MTQ, 2020). Ce coefficient est calculé selon la méthode rationnelle décrite dans le *Manuel de conception des ponceaux* du Ministère des Transports du Québec (MTQ) en fonction de la pente, du type d'occupation des sols ainsi que de la récurrence des événements de pluie. Tel que mentionné dans la partie 2.1.1, il doit alors être révisé régulièrement puisque les CC entraînent une augmentation de la récurrence des événements de pluie (Mailhot *et al.*, 2021). Les courbes IDF n'étant pas disponibles pour la ville de Rouyn-Noranda, le Cp a été calculé grâce à celles des stations Kirkland Lake, située à 75 km du lac Osisko, car elles sont les plus représentatives de la situation climatique pour le lac et qu'elles sont disponibles pour 36 années consécutives (BBA et Fluvio, 2023). D'autre part, tel que mentionné dans les plus récentes études menées sur les intrants du lac Osisko, la mesure des débits à chaque émissaire, ou du moins à ceux jugés prioritaires, serait primordiale afin d'avoir des données sur la quantité et la concentration des intrants pour des mêmes événements de pluie (BBA et Fluvio, 2023; Cornille et Bédard, 2022; Proulx *et al.*, 2015).

Tableau 2 : Volume d'eau de ruissellement estimé pour chaque émissaire du bassin sud du lac Osisko (adapté de Collectif Territoire, 2023)

Bassin versant	Superficie (km <sup>2</sup> )	Type d'occupation du sol	Cp	Volume (dam <sup>3</sup> .an <sup>-1</sup> )
Émissaire 1	0,066	Résidentiel - Banlieue	0,25	14,39
Émissaire 2	0,362	Résidentiel - Unifamiliale - Centre-ville	0,6	189,40
Émissaire 3	0,164	Résidentiel - Unifamiliale	0,55	78,65
Émissaire 4 et 5	0,013	Hôpital	0,95	10,77
Émissaire 6	0,026	Commercial	0,7	15,87
Émissaire 7 et 8	0,144	Commercial	0,9	113,01
Émissaire 9	0,025	Commercial	0,95	20,71
Émissaire 10	0,114	Résidentiel - Unifamiliale - Centre-ville	0,66	65,61
Émissaire 11, 12, 13 et 14	0,075	Commercial	0,95	62,13
Émissaire 15	0,119	Résidentiel - Unifamiliale et habitations diverses	0,55	57,07
Émissaire 16 et 17	0,064	Résidentiel - Banlieue	0,4	22,32
Émissaire 18	0,44	Résidentiel - Banlieue - Terrains vacants	0,36	138,12
Émissaire 19	0,135	Maisons à appartements et parc	0,42	49,44
Émissaire 20	0,083	Maisons à appartements et parc	0,45	32,57
Sous-bassin Est	0,335	Terrains vagues et zones boisées	0,3	87,64
Sous-bassin Nord	0,152	Boisé plat	0,3	39,76

## 2.2.1.2 Paramètres physico-chimiques et ETM

### 2.2.1.2.1 Estimation des quantités de P et de MES introduites par les émissaires

Proux *et al.* (2015) ont échantillonné les principaux émissaires du lac Osisko, soient les 2, 3, 10 et 18 d'après la numérotation de l'*Étude hydrologique du lac Osisko*, en 2009 et en 2011. La première année, des échantillons d'eau ont été récoltés avant, pendant et après un évènement pluvieux afin d'évaluer l'influence de la période de sécheresse l'ayant précédé sur les concentrations en intrants dans le bassin sud du lac Osisko. Deux années après, seuls des prélèvements d'eau mensuels ont été effectués.

Comme on peut le remarquer dans le Tableau 2, des études supplémentaires seraient à mener aux émissaires 7 et 8 puisque : leur volume cumulé par an est supérieur à celui de l'émissaire 10 ; ils représentent deux émissaires pour une même surface drainée donc il paraît essentiel de savoir quelle bouche d'égout rejoint quel émissaire ; l'hôpital est situé sur cette zone drainée et, comme mentionné dans la partie 2.1.2, des contaminants émergents sont présents dans le lac.

Pour la suite de l'essai et afin de faciliter la lecture, les émissaires 2, 3, 10 et 18 seront notés respectivement E2, E3, E10 et E18.

Le Tableau 3 synthétise les moyennes des concentrations de P et de MES relevées par Proulx *et al.* (2015) en 2009 et 2011 et extrapole, avec les données du Tableau 2 et de la hauteur moyenne de précipitations à Rouyn-Noranda entre 1996 et 2022, quelle a été la quantité de P et de MES pour E2, E3, E10 et E18.

Tableau 3 : Quantités de P total et de MES en kg estimées par année pour les émissaires E2, E3, E10 et E18 avec les valeurs moyennes (minimum-maximum) des concentrations relevées en 2009 et 2011 par Proulx *et al.* (2015)

Émissaire	P total ( $\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}\cdot\text{an}^{-1}$ )	MES ( $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}\cdot\text{an}^{-1}$ )	Volume ( $\text{L}\cdot\text{an}^{-1}$ )	P ( $\text{kg}\cdot\text{an}^{-1}$ )	MES ( $\text{kg}\cdot\text{an}^{-1}$ )
<b>E2 (n=16)</b>	265 (6-1100)	44 (2-170)	$189,40\cdot 10^6$	50,19	8333,53
<b>E3 (n=15)</b>	139 (6-1180)	31 (4-150)	$78,65\cdot 10^6$	10,93	2438,29
<b>E10 (n=3)</b>	53 (13-110)	19 (3-42)	$65,61\cdot 10^6$	3,48	1246,58
<b>E18 (n=16)</b>	33 (3-191)	16 (1-122)	$138,12\cdot 10^6$	4,56	2210,00

Le Tableau 4 résume les concentrations de P total et de MES établies par le MELCCFP qui permettent de définir la classe de qualité de l'eau selon l'indice de la qualité bactériologique et physicochimiques de l'eau (IQBP<sub>6</sub>) (MELCCFP, 2022).

Tableau 4 : Limites des classes de qualité du P total et de MES qui composent l'IQBP<sub>6</sub> (adapté de MELCCFP, 2022)

Classe de qualité	P total (µg.L-1) (IQBP <sub>6</sub> )	MES (mg.L-1) (IQBP <sub>6</sub> )
E - Très mauvaise	> 200	> 41
D - Mauvaise	101 à 200	25 à 41
C - Douteuse	51 à 100	14 à 24
B - Satisfaisante	31 à 50	7 à 13
A - Bonne	≤ 30	≤ 6

Il est important de garder à l'esprit que divers contaminants tels que les ETM sont en partie ou entièrement adsorbés aux MES, ce qui fait que ces derniers sont des bons indicateurs des intrants d'un milieu récepteur (Baalousha *et al.*, 2019; Balkis *et al.*, 2010; Hart, 1982). Par ailleurs, aucune information méthodologique n'est énoncée dans l'étude de Proulx *et al.* (2015) concernant le temps écoulé depuis le début de l'évènement pluvieux lorsque les échantillons ont été récoltés. En effet, le phénomène de « first flush » est très important en gestion des eaux pluviales puisque les concentrations, notamment en P et en MES, sont plus importantes dans les premières eaux de ruissellement que dans les suivantes puisqu'elles correspondent au lessivage initial des surfaces imperméabilisées (Lee *et al.*, 2002). De ce fait, les quantités estimées, basées sur les concentrations de Proulx *et al.* (2015), pourraient être sous-évaluées.

#### 2.2.1.2.2 Rappel des fréquences de dépassement de la valeur aigüe finale à l'effluent

La valeur aigüe finale à l'effluent (VAFe) est un critère de qualité de l'eau pour la protection de la vie aquatique qui correspond à la concentration à partir de laquelle 50 % des organismes sensibles exposés peuvent être tués (MELCCFP, 2023). Elle diffère pour chaque contaminant selon sa toxicité et son potentiel létal pour la vie aquatique.

Les analyses en laboratoire ont mesuré, grâce aux échantillons d'eau de ruissellement prélevés par Proulx *et al.* (2015) à E2, E3, E10 et E18, les concentrations en ETM que sont l'aluminium, l'argent, l'arsenic, le bore, le baryum, le béryllium, le cadmium, le cobalt, le cuivre, le fer, le lithium, le manganèse, le molybdène, le nickel, le plomb, le sélénium, le strontium, le vanadium, le thallium et le zinc.

Les concentrations présentes dans les échantillons prélevés à E2, E3, E10 et E18 en 2009 et 2011 ont dépassé la VAFe à la fréquence de : 9 % pour le plomb, 21 % pour l'aluminium et le cadmium, 51 % pour le zinc, et 81 % pour le cuivre (Proulx *et al.*, 2015). Le détail des fréquences de dépassement de la VAFe pour chaque émissaire est disponible dans les tableaux 3 et 4 de l'*Étude sur l'état du lac Osisko, Rouyn-Noranda, Québec* (Proulx *et al.*, 2015).

Pour la suite de l'essai, nous nous intéresserons au potentiel d'implantation d'IV pour E2, soit celui pour lequel l'estimation de ses apports au lac par an est la plus conséquente.

## 2.2.2 Le potentiel du site pour E2

### 2.2.2.1 En réseau

Bien que les données justifient l'importance d'implanter un ouvrage en fin de réseau pour E2, il faut également optimiser sa performance en mettant en place des IV dans le réseau de transport des eaux de ruissellement. En effet, si seul un ouvrage en fin de réseau est installé, sa pleine capacité de fonctionnement sera amoindrie car il devra assumer seul l'entièreté du travail d'une PGO structurale et il devra nécessiter des travaux d'entretien plus fréquemment (MDDEFP et MAMROT, 2011).

En intégrant des PGO en réseau, cela pourrait possiblement impliquer une diminution de la largeur des rues. Toutefois, cela peut être perçu comme une opportunité puisque comme on peut le voir sur la Photographie 7, où la zone drainée menant à E2 est représentée par le polygone aux contours verts, les surfaces sont urbanisées en quasi-totalité et la végétation est presque inexistante. La largeur des rues sans les trottoirs, quant à elle, varie entre 11 et 17 m (Esri Satellite, 2023).

En Amérique du Nord et plus spécifiquement au Canada, des guides de conception géométrique des rues existent et préconisent des valeurs minimales et maximales pour la largeur des rues. Toutefois, c'est bien souvent la valeur maximale qui est retenue par les équipes d'ingénierie, si ce n'est plus, et cela correspond à des largeurs de voies comprises entre 3,5 et 3,7 m, soit ce qui est recommandé pour les voies rapides et les autoroutes (Bellefeur, 2014). Ces dimensions, bien qu'au premier abord pouvant laisser croire qu'elles diminuent le risque de collisions, engendrent cependant des dépassements des limites de vitesse allant de 10 à 15 km.h<sup>-1</sup> dans le meilleur des cas et ne permettent pas le partage de l'espace public à d'autres usagers et à d'autres fins (Bellefeur, 2014).

Une réduction de la largeur des voies, quelle que soit ses dimensions initiales, permettrait : une réduction de la vitesse et donc une diminution des risques de collision avec les cyclistes et les piétons car la vitesse des automobilistes serait plus appropriée au contexte urbain ; une augmentation de l'essor des modes de transport alternatifs ; une réduction des nuisances sonores générées par les excès de confiance et donc de vitesse des automobilistes, soit un meilleur cadre de vie pour les riverains, enfants, touristes et autres usagers de l'espace public ; une réallocation de l'espace public afin d'aménager des infrastructures pour les modes de transport alternatifs et de créer des ouvrages de GDEP à la fois entre les voies de circulation à sens contraire pour minimiser les risques de collision et à la fois en bordure de route pour revégétaliser les villes et créer des espaces publics conviviaux et vivables (Bellefeur, 2014).



Photographie 7 : Contours de la zone drainée (en vert) ruisselant dans les bouches d'égout et se déversant par E2 dans le lac Osisko (tiré de Esri Satellite, 2023)

### 2.2.2.2 En fin de réseau

En amont de E2 se trouve une surface gazonnée d'environ 3 500 m<sup>2</sup> où passe un chemin rejoignant à un stationnement ainsi qu'à la piste cyclable. Lors du dimensionnement des structures, si cet espace ne suffit pas à l'implantation des ouvrages de PGO adaptés, un stationnement d'environ 600 m<sup>2</sup> se situe en amont de cette surface gazonnée et l'extension. Ces surfaces sont visibles sur la Photographie 8, ainsi qu'un monticule de sédiments et des trainées colorées à la sortie de E2.

Des façons, non-exhaustives, d'intégrer la piste cyclable à ce projet peuvent être : créer une passerelle permettant à la piste cyclable de passer au-dessus des futurs ouvrages de GDEP ou relier ponctuellement la piste cyclable au sentier polyvalent dans cette zone, comme c'est le cas à bien d'autres places autour du lac. D'autre part, si l'espace disponible est jugé insuffisant, la superficie bétonnée de la cour d'école Notre-Dame-de-Protection pourrait être un lieu propice à l'implantation des IV et ainsi être un véhicule d'apprentissages par la nature directement dans la cour des élèves.



Photographie 8 : Image satellitaire de E2 et des zones potentielles pour planter des PGO (tiré de Esri Satellite, 2023)

## 2.3 Le choix des ouvrages adaptés

### 2.3.1 En réseau

Les IV pertinentes à intégrer à la surface drainée de E2 afin de permettre la circulation de l'eau vers le milieu récepteur sont de deux types : les fossés engazonnés et les noues végétalisées.

Si l'objectif des IV à implanter est d'être performantes, les noues végétalisées sont à préconiser puisque leurs pourcentages d'enlèvement médians de P et de MES (respectivement 34 % et 80 %) sont nettement supérieurs à ceux des fossés engazonnés (0 % et 30 %) (MDDEFP et MAMROT, 2011). Toutefois, des aires de biorétention, où l'eau est filtrée par les végétaux sélectionnés puis infiltrée dans le sol ou bien dirigée vers le réseau d'égout seulement par surverse, peuvent être intégrées en supplément des noues végétalisées (Québec Vert, 2023). La capacité d'enlèvement médiane de P et de MES des aires de biorétention est évaluée à, respectivement, 40 % et 80 % (MDDEFP et MAMROT, 2011).

Ainsi, si des noues végétalisées étaient implantées sur tout le réseau de transport des eaux pluviales pour E2 et à condition qu'elles soient bien entretenues, les quantités de P et de MES passeraient respectivement de 50,19 kg et 8 333,53 kg à 33,13 kg et 1 666,71 kg.

Les végétaux choisis pour ces infrastructures, indigènes afin de ne pas favoriser la propagation d'espèces exotiques envahissantes, doivent être résistants aux sécheresses en haut des ouvrages, résistants aux inondations en bas de l'ouvrage et tolérants aux sels de déglçage (Québec Vert, 2023). Le choix final des végétaux à implanter doit être basé sur la littérature scientifique et peuvent s'appuyer sur l'annexe A du *Guide de gestion des eaux pluviales* (MDDEFP et MAMROT, 2011), sur le *Guide d'introduction aux infrastructures végétalisées* (Québec Vert, 2023) ainsi que sur la fiche technique développée par la Société Québécoise de Phytotechnologie *Les aires de biorétentions* (SQP, 2018).

Bien qu'il y ait un manque de connaissances certain concernant les caractéristiques des sols sous les surfaces grises de toute la Ville, il est possible de supposer qu'ils soient contaminés en métaux lourds et qu'il s'agisse à certains endroits de remblais miniers. Des études pédologiques complémentaires sont alors nécessaires. Il est possible qu'il faille en premier lieu faire de la phytoremédiation dans chaque zone où de la GDEP est projetée puisque les sols devraient potentiellement, mais pas nécessairement, être décontaminés avant de favoriser l'infiltration de l'eau dans le sol pour ne pas contaminer la nappe phréatique. Auquel cas, la fiche technique *La phytoremédiation* (SQP, 2016) est un bon préambule à ce qui

peut être fait, notamment avec le tableau 1 qui compare les coûts entre IV et infrastructures grises, la page 20 qui donne un exemple de phytoremédiation sur des sols accolés à une fonderie à Montréal et l'annexe 1 qui donne des exemples de plantes avec un fort potentiel de phytoremédiation présentes sur le marché québécois.

Étant donné qu'il n'y a pas de puit artésien à Rouyn-Noranda et que l'eau potable provient du lac Dufault, la question se pose toutefois : est-il préférable de contaminer la nappe phréatique en faisant de la GDEP, ou bien de continuer à le faire dans le lac Osisko en attendant de décontaminer les sols ?

### 2.3.2 En fin de réseau

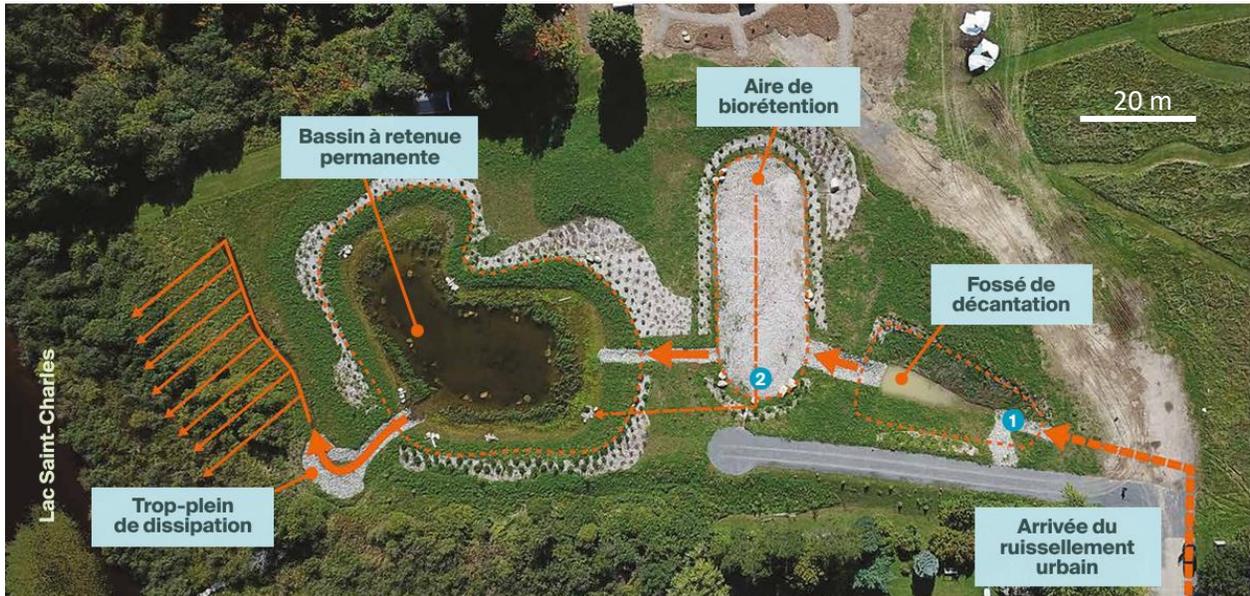
#### 2.3.2.1 Exemple de réalisations

Le Marais Bellevue, situé dans le bassin versant du lac Saint-Charles, est un bel exemple du type d'ouvrage qui pourrait être conçu afin de tendre à répondre aux problématiques causées par les eaux de ruissellement de E2. Au Marais Bellevue, en aval des cellules de prétraitement que sont des noues végétalisées pour les rues drainées, quatre ouvrages sont montés en série : un fossé de décantation, une aire de biorétention, un bassin à retenue permanente en eau et un trop-plein de dissipation (Agiro, 2021).

Premièrement, le fossé de décantation récupère les « first flush », permet d'endiguer les débits de pointe et de favoriser la décantation des MES ainsi que l'infiltration de l'eau dans le sol. Si cet ouvrage ne permet pas de stocker toutes les eaux de ruissellement, elles passent alors par un enrochement, qui permet également de réguler les débits de pointe afin de limiter l'érosion dans le deuxième ouvrage qui se trouve être une aire de biorétention. Cette dernière est constituée d'une diversité végétale importante permettant la filtration et l'évapotranspiration des eaux. Sous l'aire de biorétention se situe un drain perforé qui permet, si les plantes et le sol ne sont plus capables d'absorber les eaux, d'acheminer celles-ci vers un bassin à retenue permanente en eau. Ce dernier, en plus de constituer un habitat faunique important tout au long de l'année, joue le rôle de marais filtrant et sa végétation permet une nouvelle fois l'épuration des eaux. Celles qui ne sont pas retenues dans ce bassin sont ensuite dirigées vers un trop plein de dissipation puis passent par la bande riveraine avant de finalement se retrouver dans le lac Saint-Charles.

Le Marais Bellevue, d'une surface d'environ 4 200 m<sup>2</sup>, est présenté sur la Photographie 9, où (1) est l'arrivée des eaux et (2) est le drain perforé de l'aire de biorétention. Il est important de garder à l'esprit

qu'afin d'effectuer le suivi des ouvrages et d'estimer sa performance en termes de quantité d'eau infiltrée et de qualité de l'eau entrant et sortant de chaque ouvrage, des regards se situent entre eux lorsqu'il n'y a pas d'enrochement. Ce suivi permet ainsi de présenter des résultats dans le but de démontrer l'efficacité du Marais Bellevue et d'inciter des initiatives de ce type partout dans le monde.



Photographie 9 : Disposition des ouvrages composant le Marais Bellevue en amont du lac Saint-Charles (tiré de Agiro, 2021 ; photographie de © Giancarlo Cesarello, 2020)

#### 2.3.2.2 Considérations à avoir pour E2

D'un point de vue objectif, il serait utopique, surtout monétairement, de penser que des noues végétalisées puissent être implantées sur tout le réseau de transport des eaux pluviales, soit dans toutes les rues. Étant donnée la quantité estimée minimale de P et de MES (respectivement 50,19 kg et 8 333,53 kg) qui arrive au lac Osisko par E2, il serait alors pertinent de concevoir un ouvrage qui allie plusieurs PGO et IV, comme au Marais Bellevue.

De plus, les études pédologiques devront confirmer la capacité d'infiltration des sols en place. L'annexe B du *Guide de gestion des eaux pluviales* décrit le protocole à suivre afin d'estimer cela (MDDEFP et MAMROT, 2011).

La sélection finale des ouvrages doit comprendre les aspects d'entretien, monétaires, institutionnels, la qualité et la diversité des habitats créés, mais également et surtout la désirabilité du projet par la communauté (MDDEFP et MAMROT, 2011; Québec Vert, 2023).

## **CHAPITRE 3**

### **LA COCRÉATION AVEC ET POUR LA COMMUNAUTÉ**

Dans ce chapitre, nous proposerons un processus de cocréation qui permette d'impliquer la Ville, les organisations locales, la communauté et les artistes afin de favoriser la pertinence du projet face à ses objectifs, sa désirabilité ainsi que les cobénéfices potentiels et espérés des projets d'IV à Rouyn-Noranda. Bien que nous ne considérons que E2 dans ce cas, il est essentiel de se remémorer que ce type de démarche est à préconiser dans tous les projets d'IV que devra effectuer la ville de Rouyn-Noranda.

#### **3.1 Le processus de cocréation**

##### **3.1.1 Acteurs à impliquer**

Plusieurs organismes clés ont des connaissances et des ressources complémentaires à celles de la Ville et doivent être intégrés au processus de planification, de création, de construction, de suivi et d'entretien du projet d'implantation de PGO afin de travailler en concertation et de manière interdisciplinaire. Parmi eux et de façon non-exhaustive : le CT, l'OBVT, l'Université du Québec en Abitibi-Témiscamingue (UQÀT), le Centre technologique des résidus industriels (CTRI), le GTE et le Conseil de la culture de l'Abitibi-Témiscamingue (CCAT).

Au sein de l'administration municipale, les services d'aménagement et d'urbanisme ainsi que les bureaux en environnement vont être des acteurs clés dans le développement du projet.

Le CT et son GTE, avec leurs objectifs de mobilisation communautaire et artistique, de développement harmonieux pour et avec la communauté, ainsi qu'avec leurs expertises transversales aux questions de la préservation de l'intégrité du lac Osisko, sont des atouts non-négligeables pour un projet avec un spectre si vaste.

L'OBVT, de par ses connaissances des enjeux de l'eau et son rôle de facilitateur afin de comprendre et adoucir les conflits d'usages du territoire de l'Abitibi-Témiscamingue, doit être intégré voir initiateur au processus de développement du projet. D'autre part, ses membres ont des capacités d'éducation, de sensibilisation et de concertation pertinentes à ce type de projet, notamment afin de guider le déroulement du processus.

L'UQÀT et le CTRI possèdent un corps professoral riche et varié ainsi qu'une communauté étudiante qui ont des connaissances et des capacités d'analyse fondamentales dans la gestion des polluants, de l'eau et des interactions entre ces derniers. Des champs d'expertise pourraient même être développés et des projets de suivi de l'efficacité des ouvrages pourraient par exemple être attribués à des projets de maîtrise et/ou de doctorat.

Le CCAT a pour mission de rassembler, de promouvoir, de représenter et de susciter la participation et la concertation de différents projets en alliant innovation et diversité dans le milieu culturel et artistique. Un projet d'une telle envergure, avec la médiatisation qu'il aura, se doit d'intégrer la communauté et les artistes afin de maximiser la désirabilité du projet ainsi que les cobénéfices qui y seront liés.

Des industriels tels que Agnico Eagle et la Fonderie Horne pourraient également avoir des ressources humaines et matérielles ainsi que des intérêts pertinents au développement ce projet.

Outre les organismes clés, il est primordial d'impliquer la communauté et les artistes dans le processus de cocréation du projet.

### 3.1.2 Proposition d'un processus de cocréation

Le processus de cocréation qui va être proposé a été conçu après visionnement d'une conférence de Emily Laliberté, fondatrice de Coup d'éclats, qui prône la créativité comme outil et levier de transformation et d'acceptabilité sociales (Laliberté, 2018). D'autre part, La Factory, École des sciences de la créativité basée à Montréal, a également encouragé un tel type de démarche afin de mener un processus de développement de projet harmonieux où les protagonistes travaillent de concert vers un objectif commun. La coordination et la participation à plusieurs ateliers de concertation et de conception d'esquisses de projets a également encouragé l'écriture de cette démarche. La concertation, la mutualisation et le travail en commun avec les personnes initiatrices, impliquées et impactées, doivent faire partie intégrante de l'élaboration et de la construction d'un projet afin de laisser émaner son plein potentiel.

La première phase du processus de cocréation doit s'effectuer avec les organismes clés qui possèdent de l'expertise et des connaissances connexes aux enjeux du lac Osisko et/ou de la GDEP. En effet, il est dans un premier temps primordial de définir le projet en termes d'objectifs, de technicité, de localisation et de faisabilité. Pour ce faire, les objectifs du projet quant à la diminution des débits de pointe, à l'infiltration

des eaux et à l'enlèvement des MES, des nutriments et des divers contaminants doivent être déterminés. Des consensus doivent être établis. Ces objectifs définis, il est alors question d'établir quelle surface peut être allouée à quel type d'IV afin de pouvoir dimensionner ces structures et de définir la faisabilité technique et les sources de financement pour chaque option. Cette première phase permet de fixer les grands paramètres du projet afin de savoir s'il peut aller de l'avant ou non. Si des freins ou des contraintes sont mis en lumière, cette phase est l'opportunité de passer au-delà grâce à l'expertise des personnes présentes.

Une fois cette première phase passée, la deuxième doit s'effectuer avec les partenaires plus larges, soient les collaborateurs actuels et ciblés comme des experts ayant déjà participé à la démarche du Projet lac Osisko ou à des projets d'implantation de PGO, des architectes paysagistes, du personnel de l'école Notre-Dame-de-Protection, le comité du Vieux-Noranda, les artistes déjà impliqués pour la cause. La première phase est présentée à ces parties prenantes, touchées ou qui pourraient apporter une quelconque contribution, avec comme objectif principal la bonification et la planification du projet. Des angles morts peuvent être pointés du doigt, les premières réactions face au projet sont recueillies. Des questions telles que «de quelle manière peut se réaliser ce projet afin que les bénéfices pour la communauté en termes d'éducation, d'attractivité et de mobilité soient maximisés ?» peuvent être posées. Cette phase permet d'intégrer le projet dans un spectre plus large qui comprend les autres utilisations potentielles et souhaitées des zones ciblées, comme la mobilité durable, l'éducation, la contemplation et autres.

La troisième phase sert de rétrospective et d'analyse avec le groupe de la première afin de bonifier le plan de base grâce aux commentaires, avis, idées et craintes qui émergent de la deuxième phase. Des esquisses intégrant l'ensemble des aspects peuvent alors être conçues.

La quatrième phase peut désormais inclure la communauté étant donné que les éléments à intégrer au projet ainsi que ses critères techniques et spatiaux ont préalablement été définis. Bien que la communauté participe peu en tant que telle à la conception du projet, elle est sondée dans sa zone de compétences afin de pouvoir par la suite une nouvelle fois bonifier, valider et faire émerger des angles morts au projet. C'est également l'occasion de partager l'idée de projet avec la communauté et de commencer la sensibilisation aux enjeux de la GDEP pour la santé du lac Osisko. Le sentiment d'appartenance au projet commence alors à se développer. Des questions leurs sont posées telles que : qu'aimez-vous dans ce projet ? qu'aimeriez-vous voir intégré ? comment voudriez-vous vous impliquer dans sa mise en œuvre ? comment impliquer

un maximum de personnes ? de l'éducation dans les services scolaires ainsi qu'auprès de la population en général est-elle nécessaire ? voudriez-vous participer à la plantation et à l'entretien des végétaux ? Cette phase peut se faire à la fois en présentiel mais également par l'intermédiaire d'un sondage afin de recueillir l'avis et de sensibiliser l'ensemble de la population.

La Figure 7 synthétise les acteurs impliqués et les objectifs de chacune des quatre premières phases du processus de cocréation du projet. Celles-ci sont ajustables au fur et à mesure de la démarche afin de prendre en considération les réalités inhérentes aux parties prenantes et au projet.

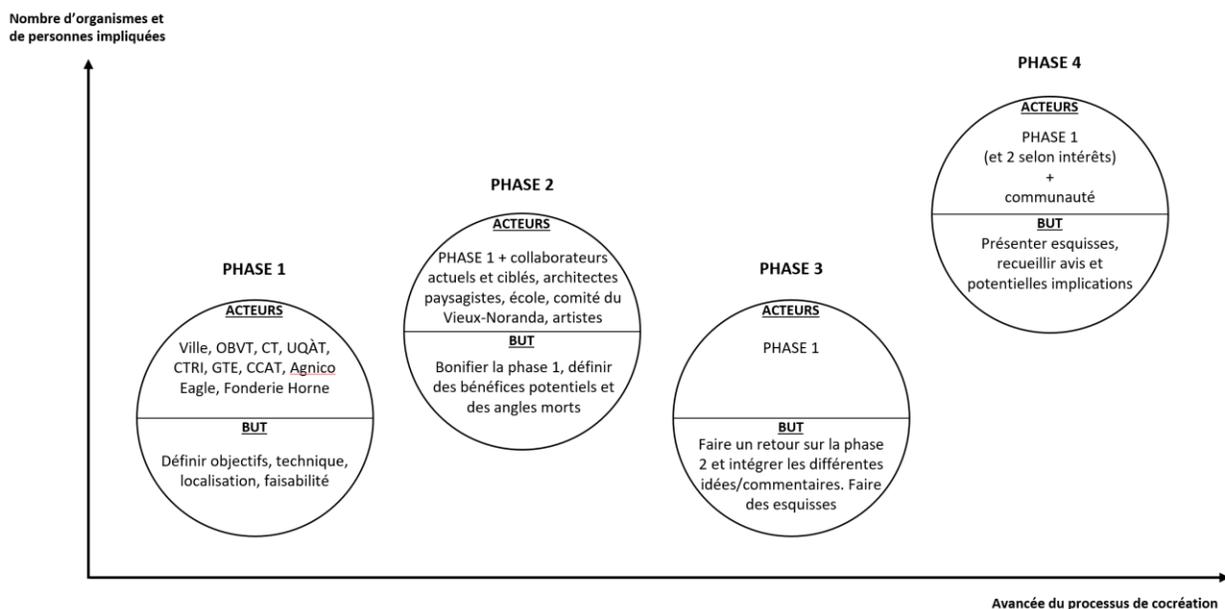


Figure 7 : Schéma synthétique des quatre premières phases du processus de cocréation proposé

À la suite de ces phases, les organismes clés devraient être en mesure de proposer des esquisses qui allient un développement cohérent du projet avec les attentes de performance, de créativité et d'usages pour la communauté.

Une fois le ou les projet(s) validé(s), les «gros» travaux sont effectués par la Ville et ses partenaires. Les plantations devraient se faire conjointement avec la communauté et les écoles afin d'accroître le sentiment d'appartenance et l'éducation relative à l'environnement. Les œuvres, passerelles et outils de communication seront développés et créés par des artistes. Les outils de communication pourront

reprandre les personnages et leurs rôles respectifs développés dans la trousse pédagogique «Les lacs et moi» développé par le CT (Collectif Territoire, 2021).

Une fois le projet abouti, ou même durant ses étapes de construction, la diffusion et la médiatisation de ce projet sont essentielles. Elles permettront d'accroître, à l'échelle de la Ville, de la région administrative, du Québec, du Canada et certainement à l'international par la suite, la portée et la pertinence des actions qui ont été entreprises afin de faire du lien entre ce projet de GDEP et tous ses potentiels cobénéfices pour la communauté, comme énoncés dans la partie 3.2.

Pendant tout le processus de création et de construction, doit être pris en considération le suivi et l'entretien futurs à effectuer. En effet, la bonne conception d'un ouvrage se reflète lorsque le suivi de sa performance en termes de quantité d'eau infiltrée et de qualité sortante est possible, et ce afin d'assurer le fonctionnement optimal et la pérennité des ouvrages créés. Des regards d'accès ou des enrochements doivent être conçus à l'entrée et à la sortie de chaque ouvrage afin de pouvoir effectuer les futurs échantillonnages de l'eau de ruissellement en termes de débits et de concentrations en contaminants. Le suivi permet également de mettre en lumière à l'échelle locale, provinciale et mondiale l'efficacité de ce type d'ouvrages afin d'inciter le développement de projets similaires.

L'entretien doit être planifié et être effectué de manière assidue puisqu'au même titre que les infrastructures grises, les IV doivent être entretenues afin d'assurer leur fonctionnement optimal. L'entretien des végétaux pourrait être un moyen d'éduquer, de conscientiser et d'impliquer la communauté au projet. Cela permettrait également d'alléger les ressources humaines de la Ville.

### 3.2 Les bénéfices collatéraux pour la communauté

#### 3.2.1 Apprentissages par la nature

L'éducation relative à l'environnement peut se manifester de façon traditionnelle, dans une salle de classe, mais ce cadre normatif est vivement remis en question par les limites de sa portée. En proposant celle-ci comme une communauté d'apprentissage où la participation active, l'interdisciplinarité et la complémentarité de l'ensemble de la population sont motrices afin d'atteindre un objectif commun au sein-même du milieu de vie, l'ancrage des apprentissages est démultiplié (Orellana, 2002).

Plusieurs aspects de ce projet pourraient permettre d'éduquer, de sensibiliser et de mobiliser la communauté aux enjeux que posent l'imperméabilisation des sols et le ruissellement urbain qui en découle.

Premièrement, la participation de la communauté au processus de cocréation lui permettrait de mieux se rendre compte des problématiques causées par l'urbanisation pour le milieu récepteur qui, dans ce cas-ci, est le lac Osisko, ainsi que d'interagir directement avec des professionnels dans toutes les étapes de réflexion afin de mettre en place des pistes de solutions. Elle serait alors capable d'elle-même transmettre dans son entourage proche ou lointain ce qu'elle a appris et de conscientiser aux défis auxquels fait face Rouyn-Noranda dans la préservation de la santé de son lac.

Deuxièmement, les affiches explicatives permettraient une compréhension accrue du fonctionnement des ouvrages même pour les personnes n'ayant pas participé au processus, et les passerelles donneraient l'occasion de contempler directement le fonctionnement d'un ouvrage de GDEP lors d'évènements de pluie. Des sorties scolaires ainsi que des visites touristiques favoriseraient la compréhension de ce que sont les PGO et du rôle que peuvent avoir les IV dans le maintien des écosystèmes.

### 3.2.2 Sentiment d'appartenance

La conception de la citoyenneté peut se définir par l'implication et la participation de tout un chacun à des activités et projets qui favorisent le bien-être collectif pour la communauté (Bagnall, 2010; Horst *et al.*, 2020). Les individus appartiennent à leur environnement, à leur cadre social ainsi qu'aux politiques adjacentes (Yuval-Davis, 2006), c'est pourquoi il est nécessaire de les intégrer à des projets visant à améliorer leur cadre de vie afin que le sentiment d'appartenance soit accru et que la population soit fière d'appartenir à son environnement et d'avoir participé au renforcement de sa qualité.

Le processus de cocréation proposé ainsi que la mise en place d'IV partout en ville permettrait la recrudescence du sentiment d'appartenance de la communauté rouynorandienne.

### 3.2.3 Cohésion sociale

Lors des phases de conception et de construction de projets, il a été démontré que de placer des ressources humaines qualifiées dans des groupes hétérogènes où règne la cohésion sociale permet d'accroître la performance de l'équipe entre 10 % et 18 % (Ballesteros-Pérez *et al.*, 2019). De ce fait, en

proposant des conditions propices aux échanges entre des individus souhaitant atteindre un but commun mais ayant des visions, des facultés et des connaissances différentes, le processus de cocréation permet la création d'une cohésion sociale à long terme (Ballesteros-Pérez *et al.*, 2019; Koonce, 2011).

D'autre part, les espaces végétalisés en ville sont des lieux d'échanges, de divertissement et de plénitude qui encouragent la cohésion sociale entre les personnes qui les fréquentent (Manusset, 2012).

#### 3.2.4 Justice environnementale

Le quartier Notre-Dame, soit la majeure partie de la zone drainée par E2, est un des quartiers les plus défavorisés de Rouyn-Noranda, en plus d'avoir été et d'être encore aujourd'hui victime d'injustices environnementales, et donc *in fine* sociales, principalement à cause de la proximité avec la Fonderie Horne et de ses rejets atmosphériques riches en métaux lourds toxiques (Gagné, 2006). Le fait que E2 soit l'émissaire le plus problématique pour la santé du lac Osisko n'apparaît donc pas réellement comme une révélation. Cependant, le fait d'avoir à revégétaliser ce quartier afin d'assurer l'intégrité et la pérennité du bien commun qu'est le lac Osisko se révèle alors comme une opportunité de « remettre les pendules à l'heure » et de transformer ce quartier en un lieu attractif et vivable dignement. Un arrimage avec le comité du Vieux-Noranda est alors plus que pertinent puisque ce dernier a annoncé il y a quelques mois son plan de vitalisation visant à dynamiser le quartier, le rendre attractif, végétalisé et culturel.

#### 3.2.5 Lègue intergénérationnel

La question du lègue intergénérationnel, en d'autres mots « que laisse-t-on à nos enfants ? » est réelle, admise, bien que parfois sous-considérée dans la prise de décisions sur des projets de nature variée mais qui ont presque systématiquement des impacts environnementaux (Hendlin, 2014; Weston, 2022). Les projets d'implantation d'IV sont l'opportunité de ne pas reproduire les erreurs du passé où l'on ne pensait qu'exclusivement au présent, l'opportunité de rendre meilleur les milieux de vie des générations futures.

#### 3.2.6 Santé mentale et physique

Ramener la nature en ville permet de réduire la pollution atmosphérique ainsi que de réduire le stress lié au bruit des véhicules, de diminuer l'écoanxiété et donc de ce fait de diminuer la mortalité et le vieillissement cognitif (Levasseur et Beaudoin, 2017; Vienneau *et al.*, 2017). La diversité végétale et animale urbaine incite à profiter de l'extérieur et donc : augmente le rythme cardiaque, la vitamine D, la bonne humeur, le sentiment de bonheur et le poids des nourrissons à la naissance ; diminue les risques

d'obésité, de diabète de type 2, la fatigue, l'anxiété et la dépression (Methorst *et al.*, 2021). L'expérience de la nature en ville est une ressource mobilisante qui permet de régénérer les états cognitifs, la motricité fine, le système immunitaire et qui diminue le risque de maladies mentales (Engemann *et al.*, 2019).

### 3.3 Les bénéfices d'attractivité : le tourisme vert et le tourisme scientifique

Certaines villes ont revu leur structure et leur développement autour du respect de l'environnement et des ressources naturelles et jouissent alors d'un essor économique, sociale et touristique lié à la profusion d'IV qu'elles comportent (Gibson *et al.*, 2003). L'écotourisme est la volonté des personnes à choisir des destinations qui tiennent la santé de leur environnement à cœur, qui agissent pour un tourisme durable où la nature et les innovations vertes sont omniprésentes (Andari et Setiyorini, 2016).

En mettant les IV au cœur du développement, de l'urbanisme et de l'aménagement de la ville, Rouyn-Noranda pourrait devenir une destination modèle, à l'image de Victoriaville et de Montréal, où les innovations afin de décontaminer l'air, les sols et les eaux par les phytotechnologies sont motrices d'attractivité. Les IV sont également motrices d'attraction pour les étudiant.es, professeur.es et professionnel.les du monde entier.

## CONCLUSION

Les infrastructures grises, soient les bâtiments, les stationnements et les routes bétonnées, engendrent une pollution des milieux récepteurs à cause du ruissellement urbain qu'elles occasionnent lors d'évènements de pluie et lors de la fonte des neiges. La Ville de Rouyn-Noranda n'y fait pas exception et le lac Osisko se voit recevoir la majeure partie des contaminants drainés par les évènements de pluie.

Afin de minimiser les apports en eaux de ruissellement au lac Osisko, la GDEP est à préconiser et doit être implantée dans le centre urbanisé de la Ville au plus tôt afin de tenter d'endiguer l'eutrophisation du lac. Quatre émissaires ont été jugés prioritaires étant donné leur importante surface drainée ainsi que les quantités de P, de MES et d'ETM qu'ils apportent chaque année au lac. Les émissaires 2 et 3 sont, avec les données en notre possession, les plus problématiques bien que les apports des 18 autres ne doivent pas être négligés. Il est important de garder en tête que les quantités estimées dans cet essai sont certainement sous-évaluées étant donné que les échantillons n'ont pas toujours été prélevés lors des « first flush » des évènements pluvieux. Des études doivent être effectuées concernant les émissaires 7 et 8 puisque la présence de contaminants émergents dans le lac pourrait éventuellement provenir de l'hôpital et que le volume d'eau qui en provient est supérieur aux émissaires 3 et 10 échantillonnés dans l'étude de (Proulx *et al.*, 2015).

Rouyn-Noranda, Capitale nationale du cuivre, amène dans le lac Osisko par les eaux pluviales dans 81 % des cas des concentrations en cuivre supérieures à la VAF<sub>e</sub>, soit le seuil susceptible de tuer au moins 50 % des organismes aquatiques sensibles.

Avant de penser à faire de la GDEP, il est important de considérer la potentielle nécessité de faire de la phytoremédiation au préalable étant donné que les sols sont potentiellement contaminés. Cependant, une question se pose alors : est-il préférable de contaminer la nappe phréatique, qui l'est peut-être déjà, en faisant de la GDEP, ou bien le lac Osisko en attendant de décontaminer les sols ? Des études des eaux souterraines et pédologiques doivent être effectuées afin de tenter de répondre à cette question, et de la concertation doit être effectuée afin de débattre sur les interrogations techniques qui découlent de cet essai.

Plusieurs études doivent être menées afin d'accroître l'acquisition de connaissances en lien avec le lac Osisko : faire le suivi des concentrations des intrants et des débits associés pour chaque émissaire ; effectuer des études pédologiques afin de connaître la composition et la contamination éventuelle des sols ainsi que leur potentiel d'infiltration des eaux ; avoir des plans techniques du réseau d'égout pour chaque émissaire ; déterminer la provenance des intrants.

Certaines de ces données existent peut-être de manière confidentielle auprès de certaines instances, il serait alors primordial de mutualiser les informations afin de pouvoir travailler conjointement vers l'objectif commun : maintenir la santé et l'intégrité du lac Osisko.

Des IV doivent être implantées à tous les niveaux de la Ville, sur terrains privés et publics, si l'on ne veut pas que le lac Osisko devienne le marais Osisko dans peu de temps.

Afin d'amplifier les cobénéfices de la GDEP, l'application d'un processus de cocréation avec les organismes clés, la communauté et les artistes est vivement conseillée. Elle peut permettre de favoriser l'acceptabilité sociale des IV par la communauté rouynorandienne, de consolider le sentiment d'appartenance et la cohésion sociale au sein de la population, d'atténuer les injustices socio-environnementales que subit cette dernière à cause des rejets atmosphériques passés, présents et futurs de la Fonderie Horne, de léguer aux générations futures un cadre de vie sain et propice à leur juste santé physique et mentale.

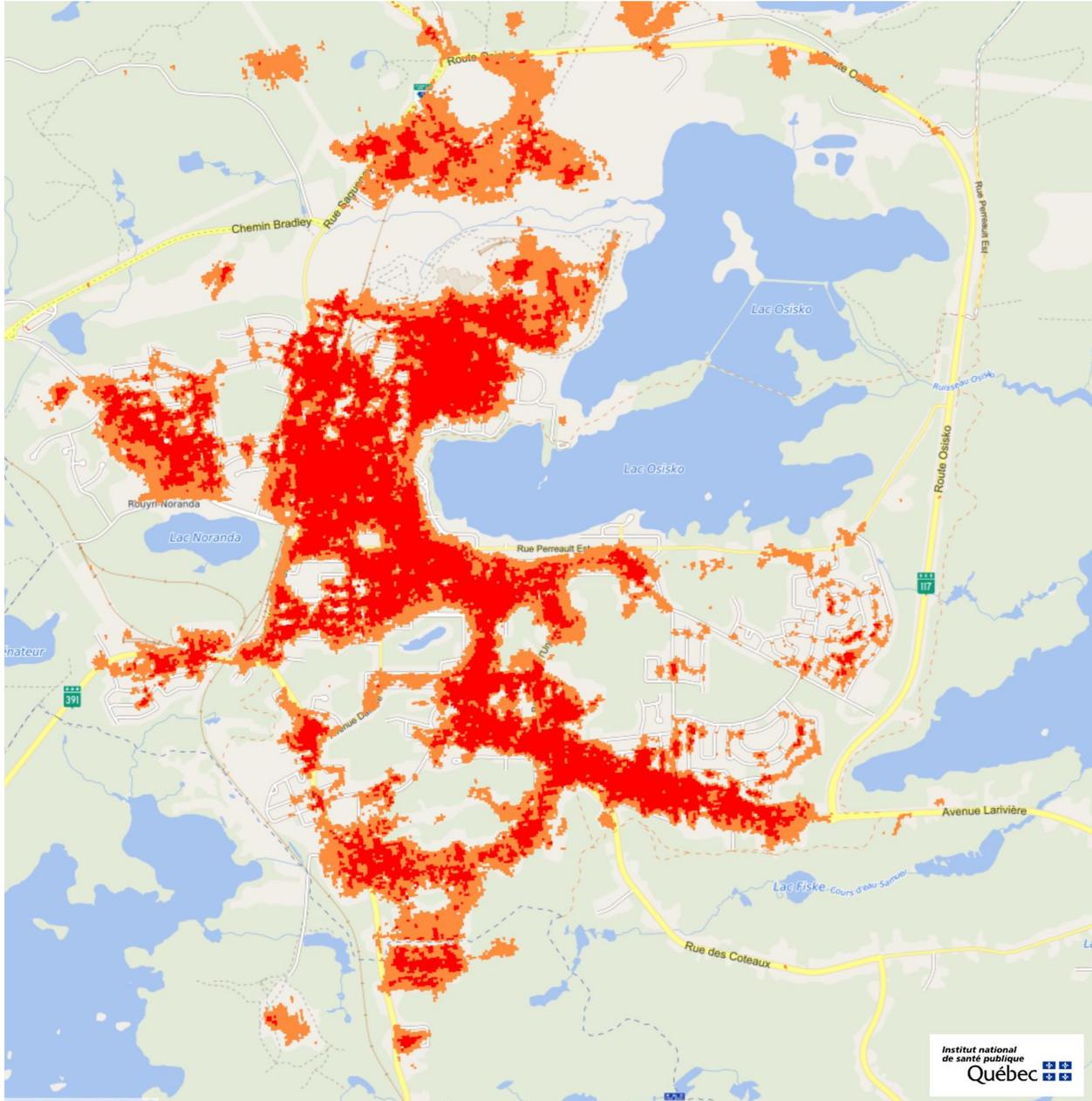
L'image entachée de la Ville de Rouyn-Noranda pourrait être redorée grâce à ses efforts et initiatives environnementales et donc permettre, *in fine*, d'accroître les bénéfices sociaux, économiques et touristiques.

En revégétalisant la Ville, il n'y a rien à perdre mais bel et bien tout à gagner.

## ANNEXE A

### Carte des îlots de chaleur urbains dans la Ville de Rouyn-Noranda

Cette carte est tirée de la carte interactive de Données Québec (2023).



## BIBLIOGRAPHIE

- Agiro. (2021). *Protéger l'eau de nos lacs et de nos rivières, ça nous concerne tous !* Récupéré le 6 décembre 2023 de [https://agiro.org/wp-content/uploads/BULLETTIN-18-novembre\\_2021\\_WEB.pdf](https://agiro.org/wp-content/uploads/BULLETTIN-18-novembre_2021_WEB.pdf)
- Andari, R. et Setiyorini, H. P. D. (2016). Green tourism role in creating sustainable urban tourism. *South East Asia Journal of Contemporary*.
- APEL. (2013). *Impacts de l'urbanisation sur l'eau*. Récupéré le 26 novembre 2023 de <https://agiro.org/apprendre/leau-expliquee/impacts-de-lurbanisation-sur-leau/>
- Argent, N., Rolley, F. et Walmsley, J. (2008). The sponge city hypothesis: does it hold water? *Australian Geographer*, 39(2), 109-130.
- Baalousha, M., Stoll, S., Motelica-Heino, M., Guigues, N., Braibant, G., Huneau, F. et Le Coustumer, P. (2019). Suspended particulate matter determines physical speciation of Fe, Mn, and trace metals in surface waters of Loire watershed. *Environmental Science and Pollution Research*, 26, 5251-5266.
- Bagnall, R. G. (2010). Citizenship and belonging as a moral imperative for lifelong learning. *International Journal of Lifelong Education*, 29(4), 449-460.
- Balkis, N., Aksu, A., Okuş, E. et Apak, R. (2010). Heavy metal concentrations in water, suspended matter, and sediment from Gökova Bay, Turkey. *Environmental monitoring and assessment*, 167, 359-370.
- Ballesteros-Pérez, P., Phua, F. T. T. et Mora-Melià, D. (2019). Human resource allocation to multiple projects based on members' expertise, group heterogeneity, and social cohesion. *Journal of Construction Engineering and Management*, 145(2), 04018134.
- BBA et Fluvio. (2023). *Étude hydrologique du lac Osisko*.
- Bellefleur, O. (2014). Des voies de circulation de 3, 0 m de large en milieu urbanisé.
- Berthiaume, N. (1981). *ROUYN-NORANDA, LE DÉVELOPPEMENT D'UNE AGGLOMÉRATION MINIÈRE AU CŒUR DE L'ABITIBI-TÉMISCAMINGUE*. Les Cahiers du Département d'histoire et de géographie.
- Bolduc, J. H. (1927). *Rouyn-Noranda*. <https://numerique.banq.qc.ca/patrimoine/details/52327/3134145?docref=VvP4ftBHdXzmYLeZSYruhw>
- Bulkeley, H. et Tuts, R. (2013). Understanding urban vulnerability, adaptation and resilience in the context of climate change. *Local environment*, 18(6), 646-662.
- Centre d'expertise et de recherche en infrastructures urbaines. (2023). *Guide d'intégration de la gestion durable des eaux pluviales dans l'aménagement d'un site dans une approche urbanistique*. Récupéré le 4 décembre 2023 de [https://ceriu.qc.ca/system/files/2023-02/Guide-integration-gestion-durable-des-eaux-pluviales-2e-edition-02-2023\\_0.pdf](https://ceriu.qc.ca/system/files/2023-02/Guide-integration-gestion-durable-des-eaux-pluviales-2e-edition-02-2023_0.pdf)
- Chekili, M. (2022). *Présence de Produits Pharmaceutiques et de Produits de Soins Personnels Dans le Lac Osisko Dans le Nord du Québec* Institut National de la Recherche Scientifique (Canada)].
- Collectif Territoire. (2021). *Les lacs et moi*. Récupéré le 28 novembre 2023 de <https://lacsetmoi.ca/>
- Collectif Territoire. (2023a). *Le projet*. Récupéré le 26 novembre 2023 de <https://www.lacosisko.ca/le-projet/>
- Collectif Territoire. (2023b). *PORTRAIT ET DIAGNOSTIC PRÉLIMINAIRE DU BASSIN SUD DU LAC OSISKO*.
- Comité des festivités du 75e anniversaire de Rouyn-Noranda. (2001). *Rouyn-Noranda. Quelle histoire... en photos !*
- Communauté de pratique en communication climatique. (2023). *CRISE CLIMATIQUE ET LEADERSHIP ENVIRONNEMENTAL*. <https://drive.google.com/file/d/1ZmwjSL8Jedpl7i6ofi0CGdGmbymuisab/view>
- Conseil des académies canadiennes. (2022). *Solutions climatiques basées sur la nature*. Ottawa, ON, Comité d'experts sur le potentiel des puits de carbone au Canada, CAC.

- Cornille, C. et Bédard, B. (2022). *Mémoire déposé dans le cadre de la consultation Projet de renouvellement de l'autorisation ministérielle de Glencore pour la Fonderie Horne.*
- Darricau, L., Elghali, A., Martel, P. et Benzaazoua, M. (2021). Evaluation of the anthropogenic metal pollution at Osisko lake: Sediments characterization for reclamation purposes. *Applied Sciences*, 11(5), 2298.
- Données Québec. (2023). *Carte interactive des îlots de chaleur urbains.* [https://cartes.inspq.qc.ca/geoportail/?context=climatadaptationchangementsclimatiques&zoom=9&center=-72.96085,46.11609&invisiblelayers=\\* &visiblelayers=4e5941b4738013d3d04ea7d5f1ff2f5b,carte\\_gouv\\_qc](https://cartes.inspq.qc.ca/geoportail/?context=climatadaptationchangementsclimatiques&zoom=9&center=-72.96085,46.11609&invisiblelayers=* &visiblelayers=4e5941b4738013d3d04ea7d5f1ff2f5b,carte_gouv_qc)
- DonnéesClimatiques.ca. (2023). *Valeurs annuelles pour leLac Osisko.* Récupéré le 17 novembre 2023 de [https://donneesclimatiques.ca/explorer/emplacement/?loc=EJPF&location-select-temperature=tx\\_max&location-select-precipitation=prcptot&location-select-autres=frost\\_days](https://donneesclimatiques.ca/explorer/emplacement/?loc=EJPF&location-select-temperature=tx_max&location-select-precipitation=prcptot&location-select-autres=frost_days)
- eBird. (2023). *Lac Osisko.* Récupéré le 24 novembre 2023 de <https://ebird.org/hotspot/L2763848>
- Engemann, K., Pedersen, C. B., Arge, L., Tsirogiannis, C., Mortensen, P. B. et Svenning, J.-C. (2019). Residential green space in childhood is associated with lower risk of psychiatric disorders from adolescence into adulthood. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 116(11), 5188-5193.
- Esri Satellite. (2023). *Imagerie mondiale.* Récupéré le 27 novembre 2023 de <https://www.arcgis.com/home/item.html?id=10df2279f9684e4a9f6a7f08febac2a9>
- Gagné, D. (2006). *Santé publique et risques environnementaux dans un quartier défavorisé situé près d'une fonderie de cuivre* : Rouyn-Noranda, Direction de santé publique de l'Abitibi-Témiscamingue ....
- Gagnon, J., Vander Haeghe, M.-J., Imbeau, L., Lapointe, J. et Trudel, S. (2012). Premier inventaire de la population de grèbe jougris nichant localement à Rouyn-Noranda, étés 2010 et 2011. *Le Naturaliste canadien*, 136(1).
- Gibson, A., Dodds, R., Joppe, M. et Jamieson, B. (2003). Ecotourism in the city? Toronto's green tourism association. *International journal of contemporary hospitality management*, 15(6), 324-327.
- Gill, S. E., Handley, J. F., Ennos, A. R. et Pauleit, S. (2007). Adapting cities for climate change: the role of the green infrastructure. *Built environment*, 33(1), 115-133.
- Girard, C., Rinaudo, J.-D., Pulido-Velazquez, M. et Caballero, Y. (2015). An interdisciplinary modelling framework for selecting adaptation measures at the river basin scale in a global change scenario. *Environmental Modelling & Software*, 69, 42-54.
- Gouvernement du Canada. (2023). *Plan d'action pour l'adaptation du gouvernement du Canada.*
- Grafteaux, Y. (2023). *Communication personnelle.*
- Hale, R., Swearer, S. E., Sievers, M. et Coleman, R. (2019). Balancing biodiversity outcomes and pollution management in urban stormwater treatment wetlands. *Journal of environmental management*, 233, 302-307.
- Hart, B. T. (1982). Uptake of trace metals by sediments and suspended particulates: a review. (p. 299-313). *Sediment/Freshwater Interaction: Proceedings of the Second International Symposium held in Kingston, Ontario, 15–18 June 1981*, Springer.
- Hassall, C. et Anderson, S. (2015). Stormwater ponds can contain comparable biodiversity to unmanaged wetlands in urban areas. *Hydrobiologia*, 745, 137-149.
- Hendlin, Y. H. (2014). The threshold problem in intergenerational justice. *Ethics & the Environment*, 19(2), 1-38.
- Horst, C., Erdal, M. B. et Jdid, N. (2020). The “good citizen”: Asserting and contesting norms of participation and belonging in Oslo. *Ethnic and Racial Studies*, 43(16), 76-95.
- Huq, S., Kovats, S., Reid, H. et Satterthwaite, D. (2007). *Reducing risks to cities from disasters and climate change* (vol. 19, pp. 3-15) : SAGE Publications Sage UK: London, England.

- Inflation Tool. (2023). *Value of 1963 Canadian Dollar today*. Récupéré le 23 novembre 2023 de <https://www.inflationtool.com/canadian-dollar/1963-to-present-value>
- IPCC. (2023). *Summary for Policymakers in Climate Change 2023: Synthesis Report* (p. 36) : IPCC Geneva, Switzerland.
- Iwama, A. Y., Batistella, M., Ferreira, L. d. C., Alves, D. S. et Ferreira, L. d. C. (2016). Risk, vulnerability and adaptation to climate change: An interdisciplinary approach. *Ambiente & Sociedade*, 19, 93-116.
- Kavehei, E., Jenkins, G., Adame, M. et Lemckert, C. (2018). Carbon sequestration potential for mitigating the carbon footprint of green stormwater infrastructure. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 94, 1179-1191.
- Koonce, K. A. (2011). Social cohesion as the goal: Can social cohesion be directly pursued? *Peabody journal of education*, 86(2), 144-154.
- Laliberté, E. (2018). *L'art comme outil de participation citoyenne*, [https://www.ted.com/talks/emily\\_laliberte\\_l\\_art\\_comme\\_outil\\_de\\_participation\\_citoyenne](https://www.ted.com/talks/emily_laliberte_l_art_comme_outil_de_participation_citoyenne)
- Lee, J., Bang, K., Ketchum Jr, L., Choe, J. et Yu, M. (2002). First flush analysis of urban storm runoff. *Science of the total environment*, 293(1-3), 163-175.
- Levasseur, M. et Beaudoin, M.-E. (2017). Verdir les villes pour la santé de la population.
- Li, H., Ding, L., Ren, M., Li, C. et Wang, H. (2017). Sponge city construction in China: A survey of the challenges and opportunities. *Water*, 9(9), 594.
- Mailhot, A., Bolduc, S., Talbot, G. et Vaittinada Ayar, P. (2021). Révision des critères de conception des ponceaux pour des bassins de drainage de 25 km<sup>2</sup> et moins dans un contexte de changements climatiques (CC06. 2).
- Maison Dumulon. (2023). *À propos*. Récupéré le 24 novembre 2023 de <https://maison-dumulon.ca/la-corporation/>
- Manusset, S. (2012). Impacts psycho-sociaux des espaces verts dans les espaces urbains. *Développement durable et territoires. Économie, géographie, politique, droit, sociologie*, 3(3).
- Methorst, J., Rehdanz, K., Mueller, T., Hansjürgens, B., Bonn, A. et Böhning-Gaese, K. (2021). The importance of species diversity for human well-being in Europe. *Ecological Economics*, 181, 106917.
- Ministère de l'Environnement de la Lutte contre les Changements Climatiques et de la Faune et des Parcs. (2022). *Guide d'interprétation de l'indice de la qualité bactériologique et physicochimique de l'eau (IQBP5 et IQBP6)* (p. 21).
- Ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques de la Faune et des Parcs. (2023). *Critères de qualité de l'eau de surface au Québec*.
- Ministère des Transports du Québec. (2020). *Manuel de conception des ponceaux*. (de décembre 2020 incluant la révision 2021-11 éd.).
- Ministère du Développement durable de l'Environnement de la Faune et des Parcs et Ministère des Affaires municipales des Régions et de l'Occupation du territoire. (2011). *Guide de gestion des eaux pluviales*.
- Ministère de l'Environnement. (2023). *Guide de consommation du poisson de pêche sportive en eau douce - Lac Osisko*. Récupéré le 24 novembre 2023 de <https://www.environnement.gouv.qc.ca/eau/guide/fiche.asp?site=04300444>
- Monberg, R. J., Howe, A. G., Kepfer-Rojas, S., Ravn, H. P. et Jensen, M. B. (2019). Vegetation development in a stormwater management system designed to enhance ecological qualities. *Urban Forestry & Urban Greening*, 46, 126463.
- Moore, T. L. et Hunt, W. F. (2013). Predicting the carbon footprint of urban stormwater infrastructure. *Ecological engineering*, 58, 44-51.
- Orellana, I. (2002). *La communauté d'apprentissage en éducation relative à l'environnement: signification, dynamique, enjeux* Université du Québec à Montréal].

- Poulin, M., Pellerin, S., Cimon-Morin, J., Lavallée, S., Courchesne, G. et Tendland, Y. (2016). Inefficacy of wetland legislation for conserving Quebec wetlands as revealed by mapping of recent disturbances. *Wetlands Ecology and Management*, 24(6), 651-665.
- Proulx, I., Ponton, D. et Trudel, G. (2015). *ÉTUDE SUR L'ÉTAT DU LAC OSISKO, ROUYN-NORANDA, QUÉBEC*. Québec Vert. (2022). *Inventaire des infrastructures végétalisées au Québec*. Récupéré le 4 décembre 2023 de [https://quebecvert.com/medias/InventaireIV\\_final\\_Qubec-Vert\\_web.pdf](https://quebecvert.com/medias/InventaireIV_final_Qubec-Vert_web.pdf)
- Québec Vert. (2023). *Guide d'introduction aux infrastructures végétalisées : Informations générales et bonnes pratiques*. Récupéré le 4 décembre 2023 de [https://quebecvert.com/medias/QCV\\_GuideIV.pdf](https://quebecvert.com/medias/QCV_GuideIV.pdf)
- Rouyn-Noranda Ville de culture. (2023). *EXPÉ-EXPO 67 - L'EXPLOIT DES CANOTIERS DU NORD-OUEST QUÉBÉCOIS!* Récupéré le 23 novembre 2023 de <https://www.rnculture.ca/expe-expo-67-lexploit-canotiers-nord-ouest-quebecois/>
- Simonet, G. (2010). The concept of adaptation: interdisciplinary scope and involvement in climate change. *SAPI EN. S. Surveys and Perspectives Integrating Environment and Society*(3.1).
- Société Québécoise de Phytotechnologie. (2016). *La phytoremédiation*. <http://www.phytotechno.com/wp-content/uploads/2018/04/fiches-Phytoremediation.pdf>
- Société Québécoise de Phytotechnologie. (2018). *Les aires de biorétentions*. [http://www.phytotechno.com/wp-content/uploads/2018/04/Fiche-bior%C3%A9tention-finale\\_LHEb-ilovepdf-compressed.pdf](http://www.phytotechno.com/wp-content/uploads/2018/04/Fiche-bior%C3%A9tention-finale_LHEb-ilovepdf-compressed.pdf)
- St-Hilaire, A., Duchesne, S. et Rousseau, A. N. (2016). Floods and water quality in Canada: A review of the interactions with urbanization, agriculture and forestry. *Canadian Water Resources Journal/Revue Canadienne Des Ressources Hydriques*, 41(1-2), 273-287.
- Vavasour et Dick. (1927). *Vue de Noranda à partir de la rive sud du lac Osisko*. <https://numerique.banq.qc.ca/patrimoine/details/52327/3223230>
- Vavasour et Dick. (1930). *Photographie de deux hydravions sur le lac Osisko à Rouyn*. <https://numerique.banq.qc.ca/patrimoine/details/52327/3223091>
- Verge, W.-R. (2020). *Rédaction d'un guide méthodologique sur l'élaboration d'un programme de suivi des ouvrages de gestion des eaux pluviales et application au bassin versant du lac Saint-Charles (Québec)* Institut National de la Recherche Scientifique (Canada)].
- Vienneau, D., de Hoogh, K., Faeh, D., Kaufmann, M., Wunderli, J. M., Rösli, M. et Group, S. S. (2017). More than clean air and tranquillity: residential green is independently associated with decreasing mortality. *Environment international*, 108, 176-184.
- Ville de Rouyn-Noranda. (2022). *Plan directeur de l'aménagement des abords du lac Osisko*. Récupéré le 4 décembre 2023 de <https://www.rouyn-noranda.ca/storage/app/media/citoyens/environnement/lacs-cours-d-eau/lac-osisko/Plan-directeur-lac-Osisko-web.pdf>
- Règlement n°2013-775. (2023). [https://www.rouyn-noranda.ca/storage/app/media/ville/administration/reglements-municipaux/Regl\\_2013-775\\_branchements\\_prives\\_egout\\_eau\\_potable.pdf](https://www.rouyn-noranda.ca/storage/app/media/ville/administration/reglements-municipaux/Regl_2013-775_branchements_prives_egout_eau_potable.pdf)
- Weston, K. (2022). Bequeathing a World: Ecological Inheritance, Generational Conflict, and Dispossession. *The Cambridge Journal of Anthropology*, 40(2), 106-123.
- Yuval-Davis, N. (2006). Belonging and the politics of belonging. *Patterns of prejudice*, 40(3), 197-214.