



COLLECTIF TERRITOIRE

ÉTUDE HYDROLOGIQUE DU LAC OSISKO

Version finale

Mars 2023

FLUVIO
CONSTRUCTIFS, PAR NATURE

COLLECTIF TERRITOIRE**ÉTUE HYDROLOGIQUE DU LAC OSISKO**

Mars 2023

Équipe de réalisation - BBA

Direction du projet	Martin Lavoie, M.Sc., Bio.
Cartographie	Pierre Cordeau Aurélie Monnard

Équipe de réalisation - FLUVIO

Chargée de projet	Claudine Breton, ing., M.Sc.A.
Aviseur technique	Pierre Pelletier, ing., M.Sc.

Préparée parClaudine Breton
OIQ 116294**Approuvée par**Pierre Pelletier
OIQ 104363

TABLE DES MATIÈRES

1	Introduction	1
2	Revue des données disponibles	4
2.1	Données publiques	4
2.1.1	Topographie	4
2.1.2	Données climatiques	4
2.1.3	Hydrométrie	6
2.1.4	Bathymétrie	7
2.1.5	Ville de Rouyn-Noranda	7
2.2	Fonderie Horne	7
2.3	Études sur la qualité de l'eau et de l'environnement	7
2.4	Étude sur les eaux souterraines	8
2.5	Autres documents publics	8
3	Description du bassin versant du lac Osisko	9
3.1	Réseau hydrographique	9
3.1.1	Le lac Osisko	9
3.1.2	Le ruisseau Osisko et les exutoires du lac	9
3.1.3	Le bassin versant	12
3.2	Topographie du bassin versant	12
3.3	Bathymétrie du lac Osisko	12
3.4	Régime hydrique	14
3.5	Occupation des sols et drainage	15
3.6	Identification des sources d'apports et des sorties en eaux	19
4	Description du contexte pluviométrique	21
4.1	Données disponibles	21
4.2	Hauteurs de précipitations	21

4.3	Contexte hydrologique de l'année 2018.....	24
4.4	Sommaire climatique	25
4.5	Courbes IDF	29
5	Bilan hydrique du lac Osisko	31
5.1	Définition du bilan hydrique annuel	31
5.2	Discussion sur les apports de la nappe phréatique	32
5.3	Résultats du bilan hydrique annuel	35
5.4	Variations du niveau du lac	38
5.5	Temps de rétention des eaux.....	40
5.6	Discussion sur l'étanchéité des digues	40
6	Effets anticipés des changements climatiques	42
6.1	Tendances climatiques.....	42
6.1.1	Température et précipitations	42
6.1.2	Courbes IDF.....	45
6.1.3	Régime hydrique.....	47
6.2	Effets anticipés	53
7	Bonnes pratiques de gestion des eaux pluviales.....	54
7.1	Problématiques liées aux eaux pluviales	54
7.2	Techniques structurales pour la gestion des eaux pluviales	58
7.3	Techniques non-structurales pour la gestion des eaux pluviales	60
8	Synthèse et recommandations.....	63
8.1	Synthèse de l'étude hydrologique	63
8.2	Informations à compléter relatives au bilan hydrologique.....	64
8.3	Informations à compléter relatives à la qualité de l'eau	66
8.4	Solutions potentielles liées à l'hydrologie	67
9	Références bibliographiques.....	69

TABLEAUX

Tableau 2-1 : Information sur les données LiDAR consultées.....	4
Tableau 2-2 : Données climatiques disponibles près de Rouyn-Noranda - Température de l'air et précipitations	5
Tableau 2-3 : Courbes IDF disponibles dans un rayon de 100 km du lac Osisko.....	6
Tableau 3-1 : Superficie du lac Osisko et de ses bassins versants.....	12
Tableau 3-2 : Coefficients de ruissellement du bassin versant du bassin sud	18
Tableau 3-3 : Identification des apports et des pertes en eaux du bassin sud du lac Osisko	19
Tableau 4-1 : Hauteurs de précipitations totales (équivalent en eau en mm) mensuelles à la station Rouyn de 1994 à 2022	22
Tableau 4-2 : Sommaire climatique à la station Mont Brun (7085106) pour la période de 1981 à 2010 - Température	26
Tableau 4-3 : Sommaire climatique à la station Mont Brun (7085106) pour la période de 1981 à 2010 - Précipitations	27
Tableau 4-4 : Courbes IDF – Quantité de pluie (en mm) par période de retour – Station Kirkland Lake CS (6074211).....	29
Tableau 5-1 : Bilan hydrique annuel du bassin sud du lac Osisko – année de précipitations normales.....	36
Tableau 5-2 : Temps de renouvellement des eaux du bassin sud du lac Osisko en fonction des conditions hydrologiques.....	40
Tableau 6-1 : Tendances climatiques pour la température moyenne annuelle au Lac Osisko	43
Tableau 6-2 : Tendances climatiques pour les précipitations totales annuelles au Lac Osisko	43
Tableau 6-3 : Courbes IDF – Quantité de pluie (en mm) par période de retour – Station Kirkland Lake CS (6074211) – Horizon 2051-2080 – Émissions modérées (SSP 2-4.5).....	45
Tableau 6-4 : Courbes IDF – Quantité de pluie (en mm) par période de retour – Station Kirkland Lake CS (6074211) - Horizon 2051-2080 – Émissions élevées (SSP 5-8.5).....	46
Tableau 6-5 : Courbes IDF – Quantité de pluie (en mm) par période de retour – Station Kirkland Lake CS (6074211) - Horizon 2071-2100 – Émissions modérées (SSP 2-4.5).....	46

Tableau 6-6 : Courbes IDF – Quantité de pluie (en mm) par période de retour – Station Kirkland Lake CS (6074211) - Horizon 2071-2100 – Émissions élevées (SSP 5-8.5)	47
Tableau 6-7 : Effet des changements climatiques sur le régime hydrique de la région de Rouyn-Noranda – Débit moyen annuel	48
Tableau 6-8 : Effet des changements climatiques sur le régime hydrique de la région de Rouyn-Noranda – Débit moyen des mois de janvier et juillet.....	49
Tableau 6-9 : Effet des changements climatiques sur le régime hydrique de la région de Rouyn-Noranda – Débit journalier de crue 2 ans	50
Tableau 6-10 : Effet des changements climatiques sur le régime hydrique de la région de Rouyn-Noranda – Étiage Q_{2-7}	51
Tableau 8-1 : Informations à compléter pour raffiner le portrait hydrologique du bassin sud lac Osisko.....	65
Tableau 8-2 : Mesures potentielles pour ralentir le processus d'eutrophisation bassin sud lac Osisko, en lien avec l'hydrologie.....	68

FIGURES

Figure 3-1 : Configuration du ruisseau Osisko et émissaires des bassins nord et sud.....	11
Figure 3-2 : Profil en long du ruisseau Osisko tiré du LiDAR.....	11
Figure 3-3 : Volume d'emménagement du bassin sud du lac Osisko	14
Figure 3-4 : Hydrogramme de la rivière Kinojévis à la station 043012 à Cléricky.	15
Figure 4-1 : Hauteurs de précipitations mensuelles à la station météorologique Rouyn	24
Figure 4-2 : Normales climatiques de la station Mont Brun (7085106).....	25
Figure 4-3 : Courbe Intensité – Durée – Fréquence, climat actuel, station Kirkland Lake CS (6074211).	30
Figure 5-1 : Piézométrie et direction des écoulements du bassin Duparquet-Kinojévis (Cloutier et al., 2013).....	33
Figure 5-2 : Modèle géologique du bassin Duparquet-Kinojévis (Cloutier et al., 2015)	34
Figure 5-3 : Confinement et écoulement – Secteur Lac Osisko (Gouvernement du Québec, 2023)	35
Figure 5-4 : Niveau d'eau du lac Osisko et précipitations quotidiennes – Période du 21 août au 9 novembre 2018 (Source : Glencore)	38
Figure 6-1 : Tendances climatiques pour la température moyenne annuelle au Lac Osisko.....	44

Figure 6-2 : Tendances climatiques pour les précipitations totales annuelles au Lac Osisko44

Figure 7-1 : Images satellites de secteurs urbanisés de Rouyn-Noranda se drainant vers le lac Osisko.....56

Figure 7-2 : Exemple des rues avec large chaussée de Rouyn-Noranda57

Figure 7-3 : Chaîne de traitement en milieu urbain (tiré de CERIU, 2023).....57

Figure 7-4 : Systèmes de gestion des eaux pluviales – Stationnement Pierre-Laporte – Biorétention et dalles alvéolées engazonnées59

Figure 7-5 : Systèmes de biorétention intégrés à l’emprise de rue à Victoriaville60

Figure 7-6 : Exemple d’un fossé d’infiltration en zone urbaine (à gauche) qui pourrait potentiellement être mis en place dans certains quartiers urbanisés de Rouyn-Noranda (à droite).....61

CARTES

Carte 1 : Localisation et configuration du lac Osisko et délimitation du bassin versant sud2

Carte 2 : Topographie du bassin versant et bathymétrie du bassin sud du lac Osisko..... 13

Carte 3 : Occupation des sols du bassin versant du bassin sud du lac Osisko 17

Carte 4 : Bilan hydrique annuel du bassin sud du lac Osisko37

ANNEXES

ANNEXE A Tableau 11.1 tiré du Guide de gestion des eaux pluviales

ANNEXE B Tableau 14.2 tiré du Guide de gestion des eaux pluviales

SOMMAIRE

Le lac Osisko est un lac de tête se déversant, par le ruisseau Osisko, vers la rivière Kinojévis. Le lac original a perdu, dans les années 1960, une grande partie de sa superficie par la construction de digues visant à créer le bassin central, destiné à recevoir les eaux d'égout de Noranda. Le lac s'est vu scindé en trois bassins (nord, central et sud) et des exutoires ont été aménagés pour acheminer les eaux des bassins nord et sud vers le ruisseau Osisko. Une station d'épuration a été construite en 1998 et les eaux usées captées par les réseaux sanitaire et unitaire de la ville y sont depuis acheminées et traitées avant d'être retournées au ruisseau Osisko, en aval du lac. Le bassin central est devenu un refuge faunique et le bassin nord sert désormais de bassin de polissage pour les activités minières et industrielles.

Le bassin sud du lac Osisko fait l'objet du projet Lac Osisko du Collectif Territoire, qui vise à réhabiliter ce plan d'eau situé au cœur de la ville de Rouyn-Noranda. Il possède un petit bassin versant, qui couvre 4 km², dont 43 % de la superficie est occupée par le lac lui-même. La portion terrestre du bassin versant est fortement urbanisée, dans une proportion de 75 %. Les eaux de ruissellement de la zone urbaine sont captées par le réseau d'égout puis rejetées au bassin sud du lac Osisko par une vingtaine d'émissaires. Durant des périodes de fortes pluies, à la fonte des neiges, lors de problèmes d'équipements et lors du nettoyage printanier des postes de pompage, des eaux usées non-traitées sont déversées dans le bassin sud. La fréquence et le volume de ces déversements ne sont pas connus.

Le bilan hydrique indique que, généralement, 38% des apports en eaux au bassin sud du lac Osisko proviennent du ruissellement sur le bassin versant, 57% proviennent des pluies directes et potentiellement 5% pourraient venir de la nappe phréatique. La grande contribution des pluies directes et l'urbanisation du bassin versant en font un lac qui réagit rapidement aux événements de pluie. Il est peu profond, en moyenne 4 m, au maximum 8 m, et le temps de renouvellement des eaux est estimé à 2,8 ans, ce qui est relativement long pour un lac de la région.

Le niveau d'eau du bassin sud a varié de 0,36 m durant les trois mois de mesures disponibles à l'automne 2018, mais l'amplitude de variation du niveau du lac est assurément plus grande si on inclut la période d'étiage estival et la crue printanière. Le degré de perméabilité des digues ne peut être évalué sans informations sur leur configuration et leur composition, et on ne connaît pas la contribution des échanges d'eau à travers les digues dans le bilan hydrique. Toutefois le niveau d'eau, qui semble généralement plus élevé dans le bassin sud que dans les autres bassins, crée des conditions favorables à un écoulement en direction du bassin central et du bassin nord. Il faudrait cependant des mesures de niveau d'eau sur une plus longue période afin de mieux soutenir cette hypothèse.

Les tendances climatiques pour la région du lac Osisko sont une augmentation importante des températures et une augmentation plus modérée des précipitations totales annuelles. Les courbes IDF élaborées pour le climat futur indiquent une augmentation importante de l'intensité des précipitations liquides, donc une augmentation de la sévérité des événements de précipitations extrêmes. Ces changements climatiques se traduiront, sur le régime hydrique, par une augmentation de l'hydraulicité hivernale et une réduction de celle-ci en période estivale. Ainsi, les étiages estivaux seront plus sévères, alors que ceux de l'hiver auront tendance à être moins marqués. Les effets anticipés de ces changements climatiques sont une diminution du taux de renouvellement des eaux du lac pendant la période estivale, une augmentation de la température de l'eau en été et une augmentation du risque de débordement du réseau d'égout en raison de l'augmentation des intensités des précipitations.

Le bilan présenté est basé sur les données disponibles. En l'absence de données plus complètes, plusieurs hypothèses ont dû être posées, notamment sur la contribution de la nappe phréatique, sur l'étanchéité des digues et sur les apports en eau du réseau d'égout. La plage de variation du niveau d'eau du bassin sud n'a pu être évaluée. Plusieurs composantes du bilan hydrologique mériteront d'être vérifiées et validées par des mesures.

Les informations manquantes ou à préciser concernent le volume et la fréquence des surverses, les niveaux d'eau des trois bassins, la configuration et la dynamique hydrique des émissaires du lac, la bathymétrie du lac, la perméabilité des digues séparant les bassins et les échanges avec la nappe phréatique. Ces informations pourraient être complétées par des relevés hydrométriques, bathymétriques et géotechniques.

Différentes problématiques liées à la qualité de l'eau, en particulier à l'apports de polluants, ont été identifiées lors de l'étude hydrologique. La qualité de l'eau ne fait pas partie du cadre de l'étude hydrologique, mais elle demeure liée à cette étude puisque l'apport de polluants est influencé par la dynamique hydrique du bassin versant. Cet enjeu dictera les actions à prioriser en lien avec l'hydrologie.

Pour orienter le choix des mesures et les investissements visant à réduire la pollution, il semble indispensable d'établir un diagnostic sur les principales sources de contaminants au bassin sud du lac Osisko. Chacune de ces sources potentielles devront faire l'objet (si elles ne le font pas déjà) de mesures ou d'analyses spécifiques, établies dans un plan d'action global, afin d'évaluer leur impact sur la santé du lac.

Une série de mesures en lien avec l'hydrologie et pouvant potentiellement ralentir le processus de vieillissement du bassin sud du lac Osisko sont proposées, relativement à la gestion des eaux pluviales, à la restauration de la bande riveraine, à la perméabilité des digues, au prélèvement d'eau et aux sources de contaminant diffuses. Au préalable, des études spécifiques seront requises afin d'évaluer la pertinence de la mesure, ses bénéfices et la façon de la mettre en application.

Le diagnostic et la mise en place de mesures relatives à la gestion des eaux pluviales devront se faire par un travail de collaboration étroite avec la ville de Rouyn-Noranda, qui possède l'autorité de modifier les infrastructures existantes, de mettre en place de nouvelles infrastructures de gestion des eaux, de modifier certaines pratiques et de réglementer sur le développement du territoire.

1 INTRODUCTION

1.1 Mise en contexte

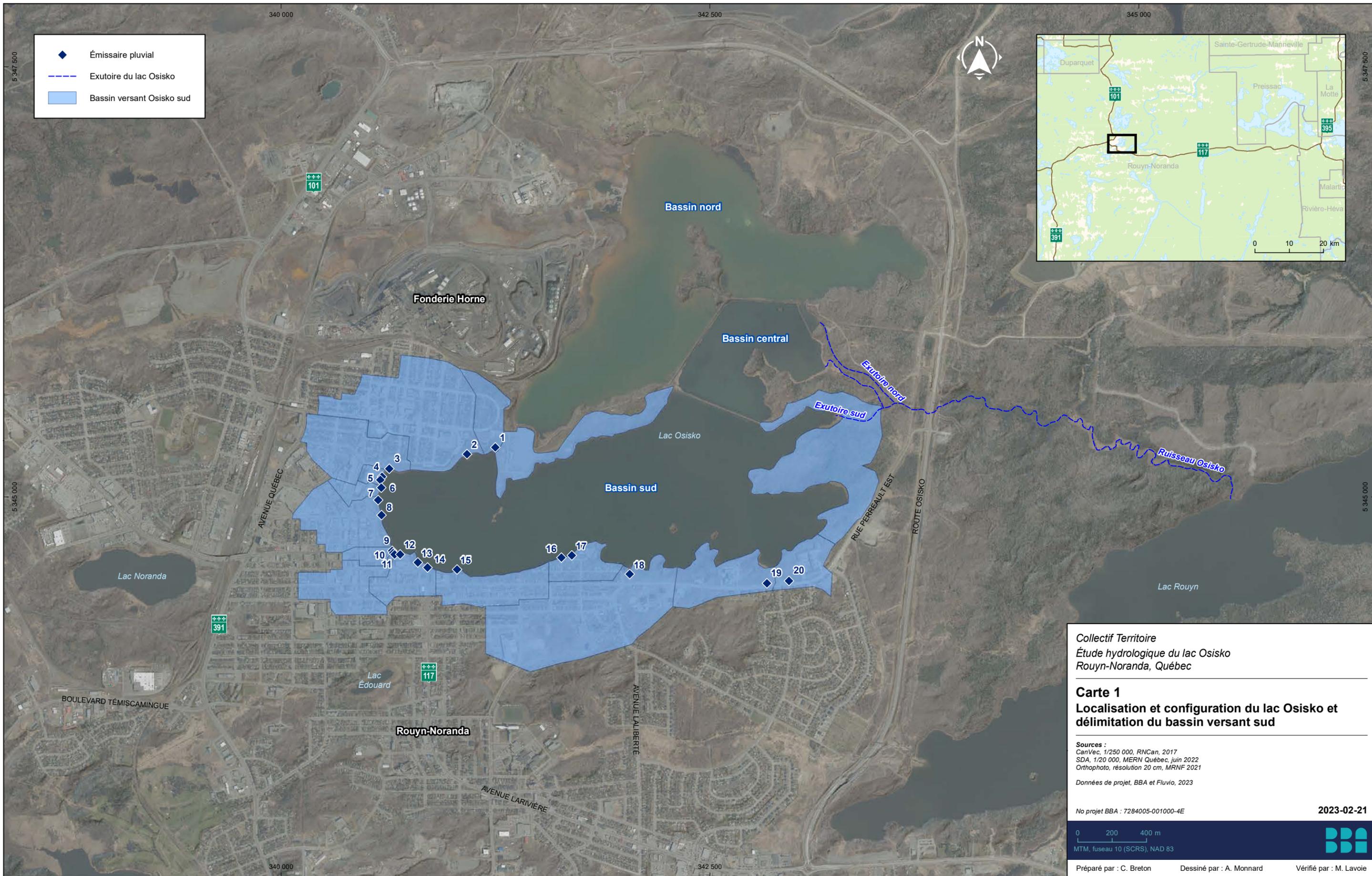
Le Collectif Territoire, avec son projet Lac Osisko, travaille à mettre en valeur et à réhabiliter le bassin sud du lac Osisko, situé au cœur de la ville de Rouyn-Noranda. Ce lac, aussi appelé lac Tremoy à une certaine époque, a été témoin du développement minier et de celui des villes de Rouyn et de Noranda sur ses rives. Il a vu depuis le début du 20^e siècle son bassin versant et même son réseau hydrographique profondément modifiés par les activités anthropiques. La carte 1 permet de visualiser la localisation et la configuration actuelle du lac. Dans les années 1960, le lac Osisko a été scindé en trois bassins par la construction de digues. Le bassin central formé par ces digues était initialement voué à recevoir les eaux usées du réseau d'égout sanitaire pour les traiter par oxydation. Le bassin nord sert de bassin de polissage pour les eaux provenant des zones d'accumulation de la fonderie Horne. Il reçoit également les eaux de ruissellement du parc industriel de Noranda-Nord et du terrain du Golf Noranda (WSP, 2017). Le bassin sud est celui bordé par la zone urbanisée de Rouyn-Noranda et faisant l'objet des efforts de réhabilitation du Collectif Territoire. Il reçoit les eaux de ruissellement d'une partie de la ville.

Actuellement, le bassin sud du lac Osisko connaît diverses problématiques de santé environnementale, les plus importantes étant (Collectif Territoire, 2022):

- Une accélération du processus d'eutrophisation;
- La présence d'espèce aquatiques envahissantes (myriophylle à épi et algues filamenteuses);
- Une contamination des sédiments du lac par des métaux et hydrocarbures;
- Une contamination de l'eau du lac;
- Un pH élevé;
- La dégradation des bandes riveraines et l'urbanisation des berges.

Dans le plan de développement stratégique du Projet lac Osisko, l'année 2022 est notamment consacrée à la récolte d'information pour mener à bien un plan d'action pour la réhabilitation du bassin sud du lac Osisko. Une analyse des écarts de connaissances à combler a été réalisée par la firme BBA (2022), qui a identifié comme prioritaire la réalisation d'une étude hydrologique qui permettrait de documenter notamment :

- L'hypsométrie du lac (soit un modèle d'élévation du fond);
- Le calcul du temps de résidence des eaux;
- Le calcul du débit moyen annuel des émissaires;
- L'étanchéité des digues.



- ◆ Émissaire pluvial
- Exutoire du lac Osisko
- Bassin versant Osisko sud

Collectif Territoire
 Étude hydrologique du lac Osisko
 Rouyn-Noranda, Québec

Carte 1
Localisation et configuration du lac Osisko et
délimitation du bassin versant sud

Sources :
 CanVec, 1/250 000, RNCAN, 2017
 SDA, 1/20 000, MERN Québec, juin 2022
 Orthophoto, résolution 20 cm, MRNF 2021
 Données de projet, BBA et Fluvio, 2023

No projet BBA : 7284005-001000-4E

2023-02-21

0 200 400 m
 MTM, fuseau 10 (SCRS), NAD 83



Préparé par : C. Breton Dessiné par : A. Monnard Vérifié par : M. Lavoie

1.2 Objectifs du mandat

L'étude hydrologique réalisée dans le présent mandat a comme objectif principal d'approfondir les connaissances sur la dynamique des eaux du lac Osisko et de son bassin versant. Les connaissances acquises par l'analyse des informations disponibles pourront notamment aider à supporter la prise de décision sur les interventions à prioriser pour ralentir le processus de vieillissement. Au terme de l'étude, des recommandations seront émises pour la collecte de données et la réalisation d'études complémentaires.

Ce rapport se présente comme suit :

- Le chapitre 2 présente une revue des données disponibles et consultées;
- Le chapitre 3 offre une description du lac Osisko et de son bassin versant;
- Le chapitre 4 décrit le contexte pluviométrique;
- Le chapitre 5 présente un bilan hydrique du lac;
- Le chapitre 6 traite des effets anticipés des changements climatiques sur l'hydrologie du lac;
- Le chapitre 7 présente un aperçu des bonnes pratiques de gestion des eaux pluviales potentiellement applicables au bassin versant du lac Osisko;
- Le chapitre 8 offre une synthèse de l'étude hydrologique, des recommandations sur la collecte de données supplémentaires et une liste de mesures potentielles visant à ralentir le processus d'eutrophisation, en lien avec l'hydrologie.

Une étude hydrologique réalisée sur la base des données disponible ne permettra pas de combler immédiatement les écarts de connaissance identifiés car des collectes de données supplémentaires sont requises. En se basant sur les diverses études rendues disponibles pour la réalisation du présent mandat, il est néanmoins possible de fournir certaines réponses et d'établir les grandes lignes d'un plan d'action pour combler les écarts résiduels.

2 REVUE DES DONNÉES DISPONIBLES

À retenir dans cette section

La plupart des données consultées proviennent de sources publiques : la topographie LiDAR, les données climatiques de la station Rouyn, les courbes IDF, etc.

La ville de Rouyn-Noranda a fourni un extrait du plan des réseaux pluvial et sanitaire.

La minière Glencore a fourni les niveaux d'eau du lac Osisko pour une période de 3 mois. D'autres données ont été demandées mais n'ont pas été reçues à ce jour.

2.1 DONNÉES PUBLIQUES

2.1.1 Topographie

Dans le cadre du présent mandat, les données topographiques disponibles ont été consultées sur le site internet « Forêt Ouverte » du Gouvernement du Québec (2022). Il s'agit de **produits dérivés du LiDAR** (Light Detection and Ranging). Ces données ont été captées par le ministère des Forêts de la Faune et des Parcs (MFFP, actuel MRNF). Le tableau 2-1 fournit les informations relatives aux données disponibles pour le secteur de Rouyn-Noranda.

Tableau 2-1 : Information sur les données LiDAR consultées

Paramètre	Information
Organisation propriétaire des données	MFFP, Direction des inventaires forestiers
Année d'acquisition	2017
Densité des points du relevé	2,5 pts/m ²
Présence de feuilles durant le relevé	Oui
Système de référence géodésique	NAD83 CSRS MTM
Système de référence altimétrique	CGVD28

2.1.2 Données climatiques

Des données de **température de l'air** et de **précipitations** sont disponibles à diverses stations météorologiques de la région de Rouyn-Noranda. Le tableau 2-2 résume les données disponibles auprès du Gouvernement du Canada (2022a). Parmi ces données, celles de la station Rouyn, située à seulement 2 km au nord-ouest du lac Osisko, sont récentes, étant récoltées depuis 1994. Une autre station est en fonction à l'aéroport de Rouyn-Noranda, localisé à 12 km au sud-est du lac Osisko et enregistre des données depuis 2012. Les autres stations fournissent un historique partiel du climat de Rouyn-Noranda depuis aussi tôt que 1927. Pour la caractérisation du climat actuel au lac Osisko, les **données de la station Rouyn sont utilisées**.

Les **courbes intensité-durée-fréquence (IDF)** représentent l'évolution de l'intensité de la pluie en fonction de la durée de la pluie (généralement de quelques minutes à quelques heures) et de la fréquence de la pluie exprimée en période de retour T (le plus souvent entre 2 et 100 ans). Elles fournissent de précieuses données sur l'intensité des pluies, et servent souvent à la conception des infrastructures pour la gestion des eaux pluviales, en particulier dans les zones urbanisées. Ces courbes ne sont pas disponibles pour la ville de Rouyn-Noranda. Elles ont toutefois été calculées pour d'autres stations météorologiques de l'Abitibi, située dans un rayon de moins de 100 km du lac Osisko, tel que résumé au tableau 2-3 (Gouvernement du Canada, 2022b). Les courbes IDF des stations Kirkland Lake, Earlton et Val D'Or sont basées sur des données plus récentes, donc plus aptes à représenter le climat actuel. **Parmi ces courbes IDF, celle de Kirkland Lake semble la plus intéressante** à appliquer pour l'étude du bassin versant du lac Osisko car elle est basée sur 36 années de données continues.

Tableau 2-2 : Données climatiques disponibles près de Rouyn-Noranda - Température de l'air et précipitations

Nom de la station	Numéro	Altitude (m)	Distance du lac Osisko (km)	Période de données disponibles
Noranda	7085560	287	1	1950-1971
Rouyn	7086716	318	2	1994 à auj.
Evain	708B309	302	6	1986-1991
Rouyn	7086718	274	8	1927-1950
Rouyn McWatters	708FGB0	287	9	1966-1975
Rivière Kinojévis	7086630	290	9	1974-1994
Rouyn-Noranda A	7086719	301	12	2012-auj.

Source : Gouvernement du Canada (2022a)

Tableau 2-3 : Courbes IDF disponibles dans un rayon de 100 km du lac Osisko

Nom de la station	Numéro	Altitude (m)	Distance du lac Osisko (km)	Période de données disponibles	Nombre d'années utilisées
La Sarre	7094120	244	63	1983-1999	17
Amos	70900120	310	73	1969-1998	27
Rivière Heva	7096621	305	65	1981-1999	16
Kirkland Lake	6074211	324	75	1980-2017	36
Barrage Angliers	7080452	266	78	1967-2007	40
Earlton	6072230	243	87	1983-2017	22
Val D'Or	7098603	338	93	1961-2017	38

Source : Gouvernement du Canada (2022b).

2.1.3 Hydrométrie

Les données hydrométriques sont des mesures du niveau d'un plan d'eau ou d'une rivière, ou des mesures de vitesse de l'écoulement, souvent converties en débit pour les cours d'eau. Les mesures du niveau d'eau prises en continue fournissent des informations très utiles pour connaître le comportement d'une rivière, établir les plages de variations normales et extrêmes des niveaux, autant en crue qu'en étiage, et effectuer des prévisions. Il s'agit d'un intrant important pour la planification de travaux le long des cours d'eau ou près des plans d'eau.

Le gouvernement du Québec exploite un réseau de stations hydrométriques qui recueillent et transmettent des données en temps réel. Cependant aucune station du gouvernement n'est localisée à proximité du lac Osisko. La station la plus près, et située dans le même bassin versant, est celle de la rivière Kinojévis à Cléricy (station 043012). La rivière, à l'emplacement de la station hydrométrique, draine un bassin versant couvrant 2 594 km², donc plusieurs fois la superficie drainée par le lac Osisko (de l'ordre de 16 km²). Cette différence d'échelle fait en sorte que les valeurs mesurées sur la rivière Kinojévis ne peuvent être transposées au lac Osisko, dont le bassin versant est relativement petit, car le comportement du cours d'eau peut être très différent dans un même contexte hydrologique. Notamment, la réponse d'un grand bassin versant aux précipitations est beaucoup plus lente et dure plus longtemps. En fonction de la nature et de l'occupation des sols, ses étiages peuvent être également mieux soutenus par les eaux souterraines. À l'opposé, un petit bassin versant comme celui du lac Osisko, très urbanisé, réagira très rapidement aux précipitations, et ses étiages seront moins bien soutenus. En Abitibi et au Témiscamingue, il n'y a pas de station hydrométrique installée sur de petits bassins versant. **Il faudra avoir recours à d'autres sources de données pour caractériser les débits du lac Osisko.**

2.1.4 Bathymétrie

Les seules données bathymétriques retracées à ce jour sont celles présentées sur la plateforme Navionics (Garmin Italy Technologies, 2023). Quoique la carte bathymétrique pouvant être visualisée sur le site internet semble être assez détaillée, la source des données et leur précision ne sont pas indiquées. Les données de Navionics proviennent de multiples sources publiques et privées comme les cartes gouvernementales et les données prises par les utilisateurs des sondeurs puis partagées par la communauté¹. La consultation de ces données peut donc offrir seulement une idée des profondeurs et de la configuration du lac, qui devront être confirmés par d'autres sources ou des mesures.

2.1.5 Ville de Rouyn-Noranda

La ville de Rouyn-Noranda a fourni le document suivant au Collectif Territoire pour la réalisation de l'étude hydrologique :

- Un extrait du plan des réseaux d'égouts (pluvial, sanitaire et unitaire) de la ville de Rouyn-Noranda, pour le secteur se déversant vers le lac Osisko, au format shape file (.shp).

2.2 FONDERIE HORNE

La fonderie Horne a fourni le document suivant au Collectif Territoire pour la réalisation de l'étude hydrologique :

- Des mesures du niveau d'eau dans les trois bassins du lac Osisko prises d'août à novembre 2018.

2.3 ÉTUDES SUR LA QUALITÉ DE L'EAU ET DE L'ENVIRONNEMENT

Des études portant sur la qualité de l'eau du lac Osisko contiennent des informations sur l'historique du développement autour du lacs et des modifications anthropiques des berges. Certaines informations qu'elles contiennent sont mises à profit pour l'étude hydrologique. Ces études permettent également d'identifier des sources de pollution potentielles et de mieux comprendre les enjeux associés au lac.

Les études consultées sont les suivantes :

- BBA. 2022. Analyse des écarts de la qualité de l'environnement du bassin versant du lac Osisko, Rouyn-Noranda. Cette synthèse met en évidence le manque de données sur les différents éléments influençant l'hydrologie du lac;
- Collectif Territoire. 2022. Portrait et diagnostic préliminaire du lac Osisko - Document de travail. Ce document identifie les enjeux et différentes sources d'informations qui pourraient être exploitées de manière approfondie;
- Ponton. 2009. Évaluation des études faites sur la contamination du lac Osisko, Rouyn-Noranda, Québec et recommandations. Ce document traite de l'état de santé du lac en regard de la contamination par les métaux lourds. Il présente notamment un

¹ <https://support.garmin.com/fr-CA/navionics/faq/0SiTMEXtHr6iz0kzQAEyR7/>

historique du lac et un résumé de la gestion des eaux usées opérée par la ville de Rouyn-Noranda;

- Proulx et al. 2015. Étude sur l'état du lac Osisko, Rouyn-Noranda, Québec. Ce rapport traite d'écotoxicologie;
- Cloutier et al. 2015. Projet d'acquisition de connaissances sur les eaux souterraines de l'Abitibi-Témiscamingue (partie 2). Ce rapport traite de manière globale de la géologie et de l'hydrogéologie de la région.

2.4 ÉTUDE SUR LES EAUX SOUTERRAINES

Dans le cadre des « Projets d'acquisition de connaissances sur les eaux souterraines (PACES) », le ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques a dressé un portrait des ressources en eaux souterraines de différentes régions du Québec. Deux rapports, réalisés par l'Institut de recherche en mines et en environnement de l'Université du Québec en Abitibi-Témiscamingue ont porté sur la région de l'Abitibi-Témiscamingue et certaines données récoltées ont été cartographiées et sont disponibles en ligne :

- Cloutier, V., Blanchette, D., Dallaire, P.-L., Nadeau, S., Rosa, E., et Roy, M. 2013. Projet d'acquisition de connaissances sur les eaux souterraines de l'Abitibi-Témiscamingue (partie 1);
- Cloutier, V., Rosa, E., Nadeau, S., Dallaire, P.-L., Blanchette, D., et Roy, M., 2015. Projet d'acquisition de connaissances sur les eaux souterraines de l'Abitibi-Témiscamingue (partie 2);
- Gouvernement du Québec. 2023. Données Québec – Projets d'acquisition de connaissances sur les eaux souterraines – PACES. Cartes pouvant être consultées en ligne.

Ces études présentent des informations à l'échelle régionale et ont été consultées afin de connaître la composition géologique de la région du lac Osisko.

2.5 AUTRES DOCUMENTS PUBLICS

D'autres sources d'information disponibles en ligne ont été identifiées et consultées, essentiellement :

- L'étude d'impact sur l'environnement du projet Horne 5 présentée par Ressources Falco Ltée en décembre 2017 (WSP, 2017). Cette étude contient notamment une étude sectorielle portant sur l'hydrologie (Annexe 8-B);
- Le Droit. 1965. *Noranda construira un lac artificiel au coût d'un demi-million*. Article paru dans l'édition du 2 novembre 1965 et consulté dans la BANQ. Cet article traite de la construction du bassin central.

3 DESCRIPTION DU BASSIN VERSANT DU LAC OSISKO

À retenir dans cette section

Le lac Osisko est scindé en 3 bassins (nord, central, sud) par 2 digues construites dans les années 1960. Le bassin sud est celui faisant l'objet de l'étude hydrologique. Il s'agit d'un lac de tête, dont le bassin versant couvre 4,04 km², et dont 43% de la superficie est occupée par le lac lui-même. Le bassin sud est relativement peu profond, avec une profondeur moyenne d'environ 4 m et de 8 m au maximum. Son bassin versant est fortement urbanisé, dans une proportion de 75% sur la portion terrestre, et les eaux de la zone urbaine sont captées par un réseau de drainage pluvial puis rejetées au bassin sud du lac Osisko par 20 émissaires pluviaux.

3.1 RÉSEAU HYDROGRAPHIQUE

3.1.1 Le lac Osisko

Le lac Osisko couvre dans son ensemble une superficie de 3,7 km². Tel que mentionné en introduction, il est divisé en trois bassins par deux digues construites dans les années 1960, tel qu'illustré sur la carte 1. La superficie de ces bassins est la suivante :

- Bassin sud : 1,7 km²
- Bassin central : 0,5 km²
- Bassin nord : 1,6 km²

Le bassin central formé par les digues était initialement dédié à recevoir les eaux d'égout du secteur Noranda pour les traiter par oxydation (Le Droit, 1965). Une station d'épuration des eaux de la ville a été construite en 1998 (Collectif Territoire, 2020) à l'est du lac Osisko et les eaux usées captées par les réseaux sanitaire et unitaire y sont depuis acheminées pour y être traitées avant d'être retournées au ruisseau Osisko, en aval du lac. Le bassin central est devenu un refuge faunique depuis 1999 (Collectif Territoire, 2022).

Le bassin nord sert de bassin de polissage pour les eaux provenant des zones d'accumulation de la fonderie Horne, avant d'être relâchées dans l'environnement. Il reçoit également les eaux de ruissellement du parc industriel de Noranda-Nord et du terrain du Golf Noranda (WSP, 2017).

Le bassin sud est bordé par la zone urbanisée de Rouyn-Noranda et reçoit les eaux de ruissellement d'une partie de la ville. De plus, durant des périodes de fortes pluies, à la fonte des neiges, lors de problèmes d'équipements, et lors du nettoyage printanier des postes de pompage, des eaux usées non-traitées sont déversées dans le bassin sud par 5 stations de pompes localisées à différents endroits dans la ville et un déversoir d'orage (Collectif Territoire, 2022). On ne connaît toutefois pas la fréquence de ces débordements ni le volume d'eau déversé.

3.1.2 Le ruisseau Osisko et les exutoires du lac

Avant l'aménagement des digues, l'exutoire naturel du lac Osisko était le ruisseau Osisko. Ce ruisseau prend sa source dans la partie du lac qui est devenue le bassin central. De nouveaux exutoires pour les bassins nord et sud ont dû être creusés lors de l'ajout des digues, car ces

bassins se retrouvaient sans exutoire². La figure 3-1 illustre la configuration actuelle. La figure 3-2 présente le profil en long du ruisseau Osisko extrait des données LiDAR. Elle ne donne qu'un aperçu de la configuration des émissaires car il existe une incertitude sur les niveaux de la surface de l'eau extraite du LiDAR, visible par les oscillations de la ligne. L'exutoire aménagé pour le bassin sud se situe à l'extrémité nord-est du bassin et se déverse dans le ruisseau Osisko après un parcours de 275 m. Selon les données LiDAR et l'imagerie satellite, l'exutoire du bassin sud et le ruisseau Osisko présentent une largeur de l'ordre de 4 à 7 m et une pente très faible jusqu'à environ 500 m en aval du lac Osisko, dans le secteur du pont de la route Osisko, où la pente du ruisseau s'accroît. Ce tronçon du ruisseau semble être traversé par des barrages de castor et l'écoulement y être lentique. Le bassin nord se déverse également dans le ruisseau Osisko, par un canal creusé de 690 m de longueur. Il semble cependant y avoir une structure de contrôle installée dans la partie amont de ce canal, mais son mode d'opération n'est pas connu à ce jour.

Il faut comprendre que le niveau de chacun des trois bassins est dicté par le premier contrôle hydraulique rencontré sur son exutoire³. Dans le cas du ruisseau Osisko, le contrôle hydraulique situé dans le secteur du pont de la route Osisko influence vraisemblablement le niveau d'eau dans les exutoires des trois bassins et donc aussi jusque dans ces bassins. On peut alors s'attendre à ce que les bassins aient un niveau d'eau assez similaire, puisqu'ils semblent partager le même contrôle hydraulique en aval. Dans le cas de l'exutoire du bassin nord, il est probable que la structure de contrôle de la qualité de l'eau installée à la sortie du lac agisse comme contrôle hydraulique, ce qui pourrait lui permettre d'avoir un niveau, et un marnage du niveau d'eau, très différents des deux autres bassins.

Cette configuration complexe des exutoires des trois bassins devrait être validée par des observations sur le terrain, des plans des ouvrages de contrôle, des relevés hydrométriques et des informations venant de l'opérateur du bassin nord.

Plus en aval, les eaux du ruisseau Osisko s'écoulent vers le lac Rouyn puis vers le lac Routhier qui constitue un élargissement de la rivière Kinojévis. Le lac Osisko est donc inclus dans le bassin versant de la rivière Kinojévis. Cette dernière s'écoule généralement vers le sud et constitue elle-même un affluent de la rivière des Outaouais.

² Cette affirmation est une interprétation basée sur l'observation de la morphologie des émissaires nord et sud (très régulière et linéaire, donc peu naturelle) et de la topographie du site qui favoriserait normalement un seul exutoire du lac, plutôt que trois.

³ Un contrôle hydraulique est une section du cours d'eau où l'écoulement change de régime et devient rapide, ou bien franchi un seuil. Dans ces conditions, le niveau d'eau au contrôle hydraulique est déterminé par l'élévation du lit de la rivière et par le débit qui s'écoule, et ce niveau dicte celui du cours d'eau en amont



Figure 3-1 : Configuration du ruisseau Osisko et émissaires des bassins nord et sud

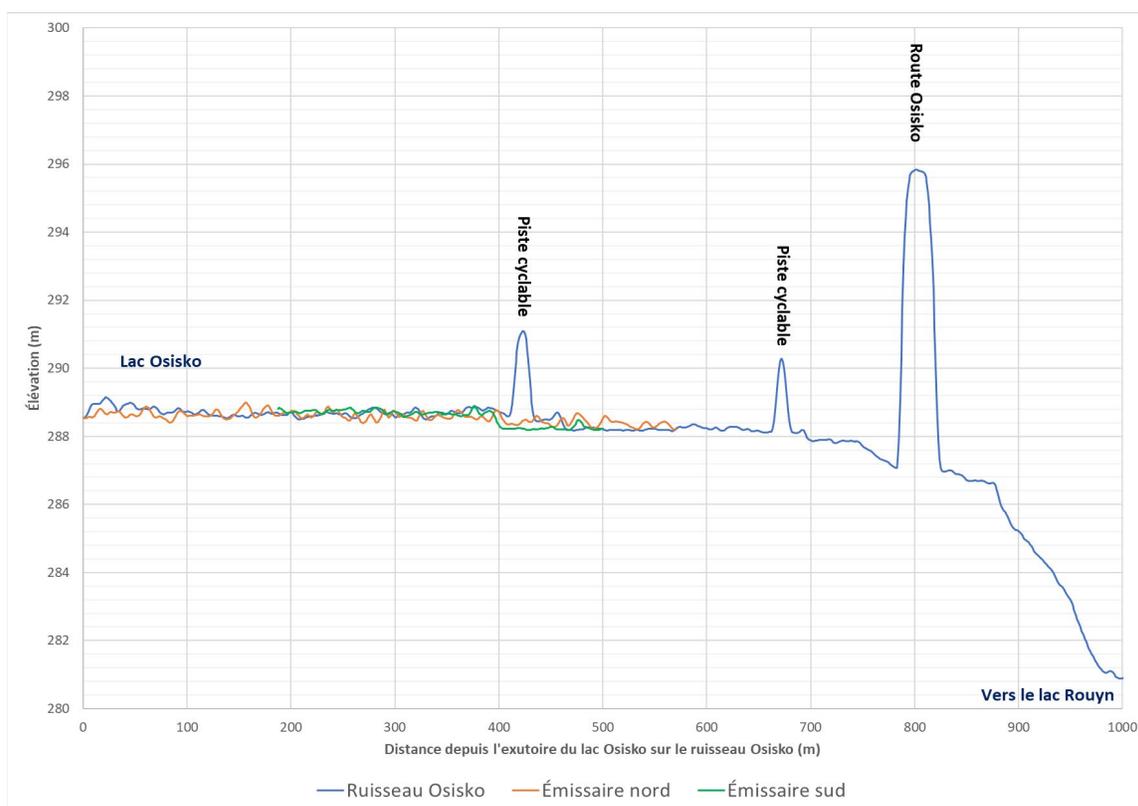


Figure 3-2 : Profil en long du ruisseau Osisko tiré du LiDAR

3.1.3 Le bassin versant

Le bassin versant du lac Osisko est peu étendu, se limitant à une partie de la zone urbanisée de la ville de Rouyn-Noranda du côté ouest et sud, à la zone industrielle et minière au nord du lac, et à la zone au pourtour du lac des côtés est et sud-est. Il s'agit d'un lac de tête n'étant alimenté que par les eaux locales et ne recevant pas d'apports en eau d'affluent significatif. Le tableau 3-1 présente les superficies des trois bassins composant le lac Osisko de même que celle des bassins versants qui y sont associés.

Le bassin versant du bassin sud du lac Osisko, en assumant que les digues qui traversent le lac sont relativement étanches (voir section 5.6 à ce sujet), se limite à la zone illustrée à la carte 1. Il couvre une superficie totale de 4,04 km², incluant la superficie du bassin sud du lac, qui occupe environ 43% de la superficie du bassin versant. Il n'y a aucun cours d'eau apportant ses eaux à cette portion du lac, qui se trouve donc alimentée exclusivement par le ruissellement de surface du bassin versant, par les eaux captées par le réseau d'égouts pluvial de la ville, par la nappe d'eau souterraine et par les précipitations directes sur le lac.

Tableau 3-1 : Superficie du lac Osisko et de ses bassins versants

Bassin	Superficie du lac (km ²)	Superficie du bassin versant ¹ (km ²)	Superficie totale (km ²)
Lac Osisko – bassin sud	1,72	2,32	4,04
Lac Osisko – bassin central	0,36	0,12	0,48
Lac Osisko – bassin nord	1,57	10,40	11,97
Lac Osisko - complet	3,66	12,84	16,50

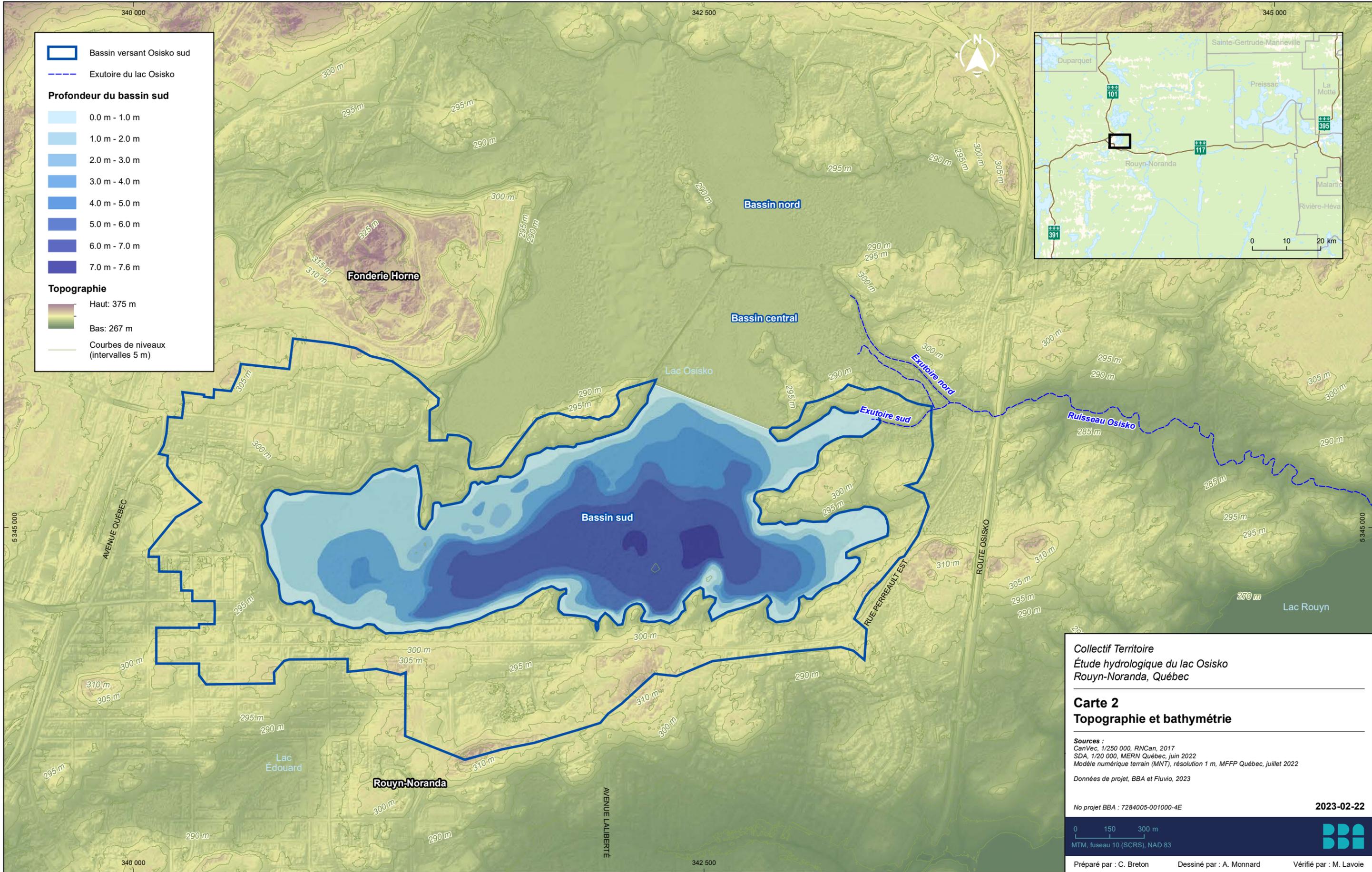
1 : Les bassins versants ont été délimités sur la base des données LiDAR et du plan du réseau de drainage pluvial de la ville de Rouyn-Noranda.

3.2 TOPOGRAPHIE DU BASSIN VERSANT

Le bassin versant du bassin sud du lac Osisko est restreint à une bande de terrain d'une largeur d'au plus 700 m ceinturant le plan d'eau. La carte 2 illustre la topographie du secteur. Le niveau du lac se situe à une élévation d'environ 288,5 m. Le secteur du centre-ville est relativement plat, à une élévation variant entre 290 m et 300 m. Au sud du lac quelques collines rocheuses s'élèvent à l'élévation 315 m. Le secteur de l'émissaire du lac, à son extrémité est, est particulièrement plat et le ruisseau Osisko qui s'y écoule est caractérisé par une faible pente jusqu'à la route Osisko.

3.3 BATHYMÉTRIE DU LAC OSISKO

Le bassin sud du lac Osisko présente une superficie de 1,72 km². Sa profondeur maximale est d'environ 8 m, et sa profondeur moyenne est de 4,2 m, ce qui en fait un lac relativement peu profond. La carte 2 illustre la bathymétrie du lac. La zone la plus profonde se situe dans sa partie centrale, alors que de grandes portions du lac sont de l'ordre de 4 m, notamment la partie à l'ouest à proximité du centre-ville et celle au nord le long de la digue du bassin central. La pente du fond le long des rives est variable : dans la partie centrale du bassin la profondeur augmente rapidement alors que la pente est plus douce aux extrémités est et ouest du lac.



Legend

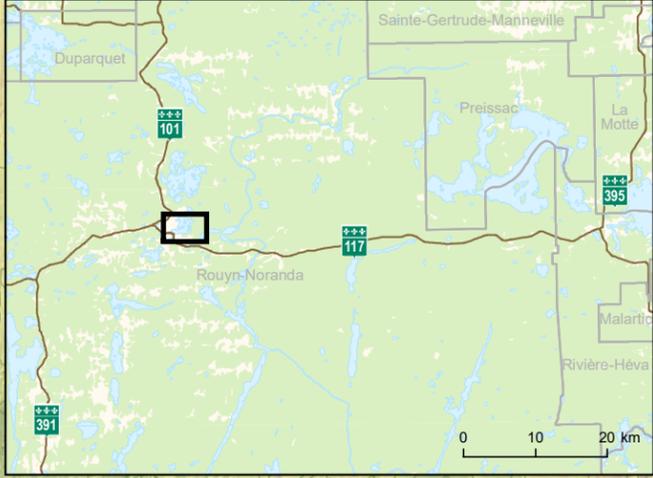
- Bassin versant Osisko sud
- Exutoire du lac Osisko

Profondeur du bassin sud

- 0.0 m - 1.0 m
- 1.0 m - 2.0 m
- 2.0 m - 3.0 m
- 3.0 m - 4.0 m
- 4.0 m - 5.0 m
- 5.0 m - 6.0 m
- 6.0 m - 7.0 m
- 7.0 m - 7.6 m

Topographie

- Haut: 375 m
- Bas: 267 m
- Courbes de niveaux (intervalles 5 m)



Collectif Territoire
 Étude hydrologique du lac Osisko
 Rouyn-Noranda, Québec

Carte 2
Topographie et bathymétrie

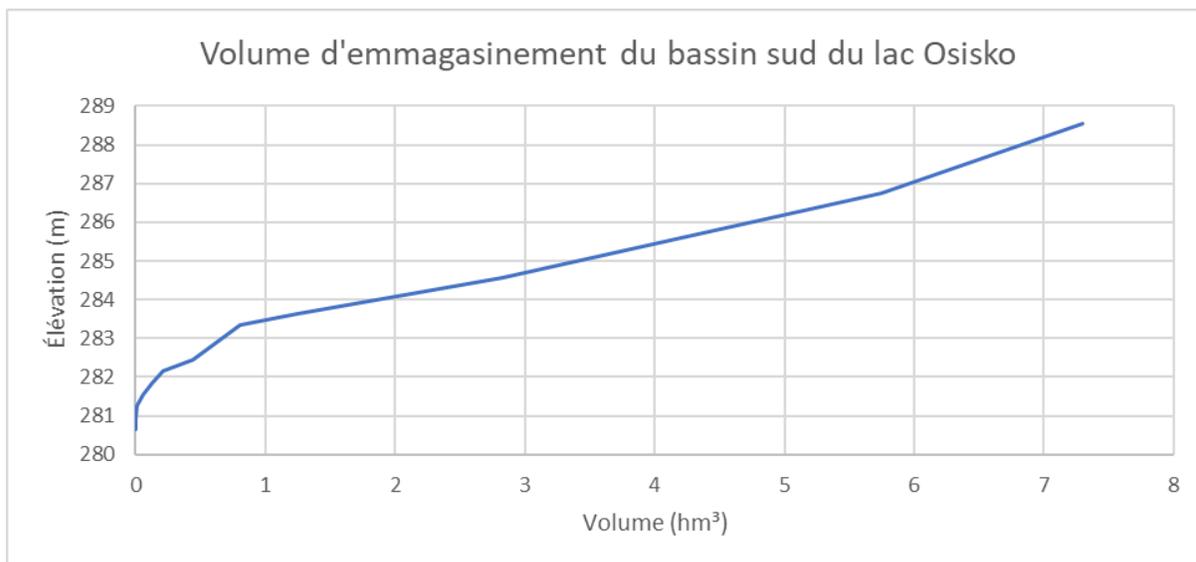
Sources :
 CanVec, 1/250 000, RNCan, 2017
 SDA, 1/20 000, MERN Québec, juin 2022
 Modèle numérique terrain (MNT), résolution 1 m, MFFP Québec, juillet 2022
 Données de projet, BBA et Fluvio, 2023

No projet BBA : 7284005-001000-4E 2023-02-22



Préparé par : C. Breton Dessiné par : A. Monnard Vérifié par : M. Lavoie

La figure 3-3 présente la courbe d’emmagasinement du bassin sud du lac Osisko. L’élévation a été estimée en attribuant à la profondeur 0 de la carte bathymétrique une élévation de 288,55 m. Le volume du bassin sud du lac est estimé à 7,30 hm³. Tel que mentionné précédemment, l’origine et la précision des données bathymétriques utilisées ne sont pas connues et présentent une grande incertitude. Des relevés bathymétriques devront être réalisés dans l’éventualité où une plus grande précision est requise ou si des travaux doivent être effectués dans le lac.



Source des données bathymétriques : Navionics (Garmin Italy Technologies, 2023). La provenance et la précision des données ne sont pas connues donc l’incertitude est grande sur cette courbe.

Figure 3-3 : Volume d’emmagasinement du bassin sud du lac Osisko

3.4 RÉGIME HYDRIQUE

Tel que mentionné au chapitre 2, il n’y a pas de série de données de mesures du niveau d’eau disponible pour le lac Osisko pour une durée de plus de 3 mois, et aucunes données ne permettant d’évaluer le débit s’écoulant du lac. Afin d’obtenir **un portrait général du régime hydrique des cours d’eau de la région**, il faut se référer à un cours d’eau drainant un bassin versant beaucoup plus grand, la rivière Kinojévis, à la station 043012, associé à une superficie de 2 594 km².

La figure 3-4 présente l’hydrogramme de la rivière Kinojévis produit par le ministère de l’Environnement, de la Lutte contre les changements climatiques, de la Faune et des Parcs (MELCCFP, 2023). Il indique que la rivière connaît une forte crue printanière en avril, à la fonte des neiges, puis son débit décroît progressivement jusqu’à la fin l’été alors qu’elle connaît son étiage estival. Les pluies d’automne provoquent une nouvelle période de crue quoique moins intense qu’au printemps, en octobre et novembre. Avec l’hiver et la baisse des températures, le débit de la rivière décroît progressivement pour atteindre son débit d’étiage annuel à la fin du mois de mars.

Le niveau du lac Osisko est susceptible de suivre un patron similaire, mais il sera plus réactif aux fortes pluies qui feront hausser rapidement le niveau lac. Cet aspect est examiné à la section 5.4. Le lac Osisko sera également plus sujet à subir des étiages sévères, en raison de la petite taille de son bassin versant.

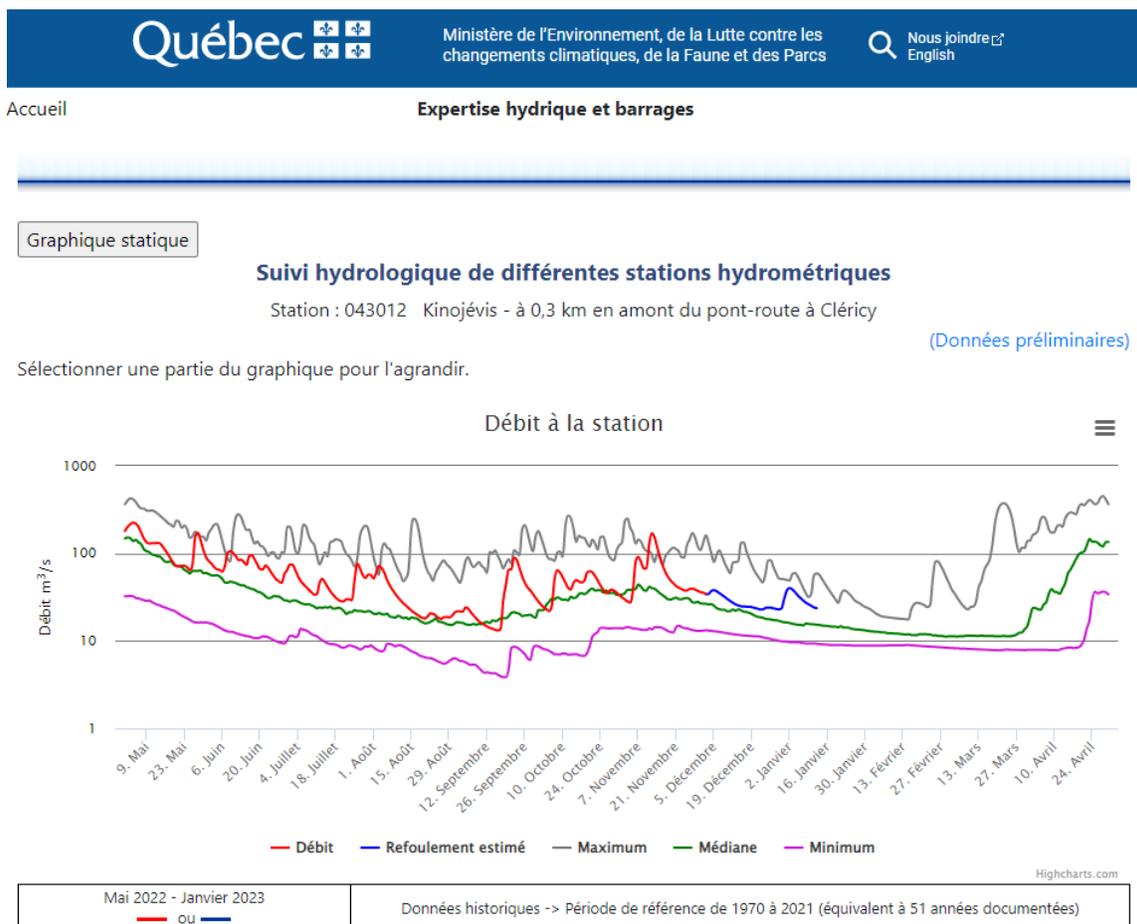


Figure 3-4 : Hydrogramme de la rivière Kinojévis à la station 043012 à Cléricy.

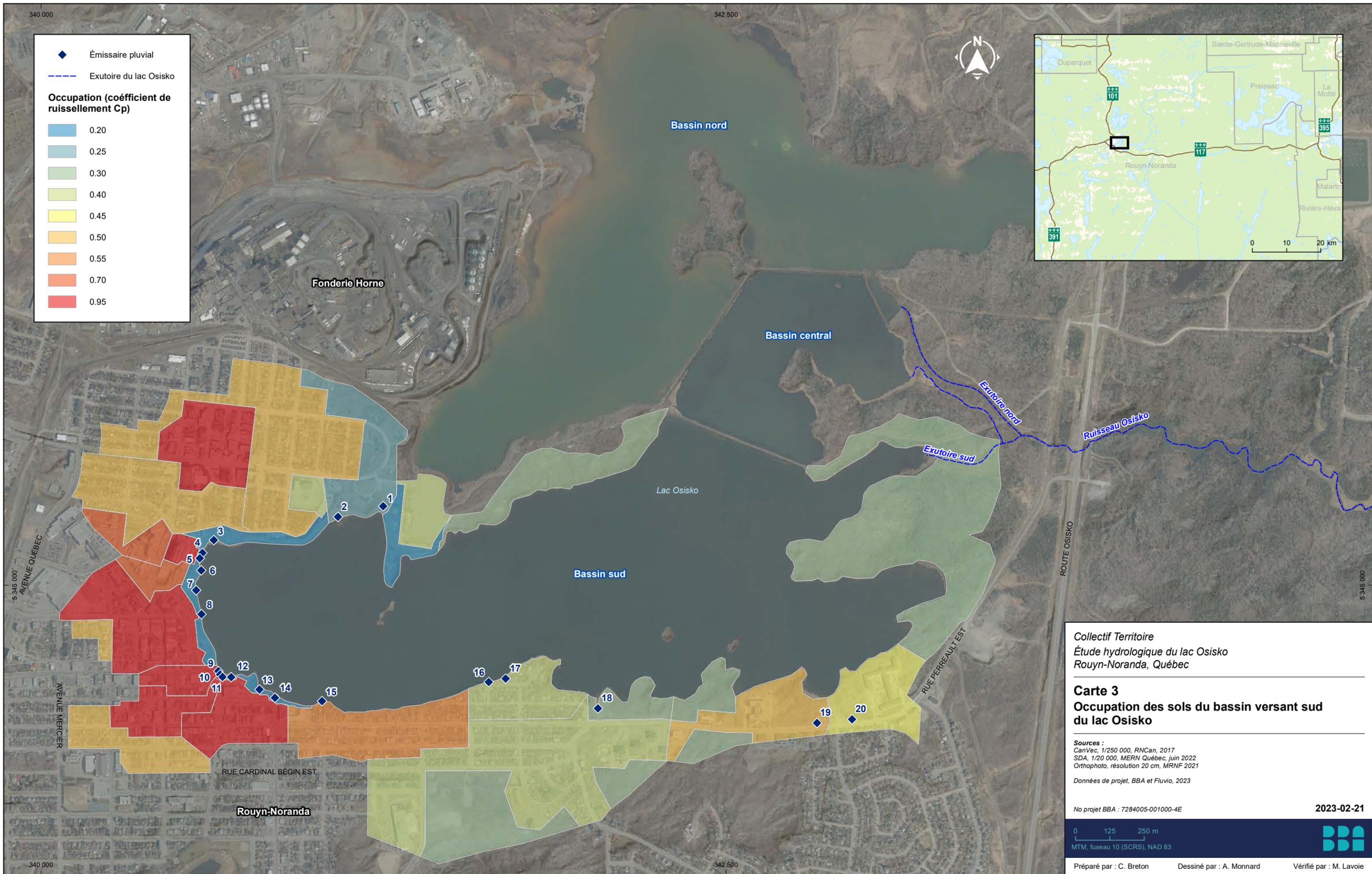
3.5 OCCUPATION DES SOLS ET DRAINAGE

Le bassin versant du bassin sud du lac Osisko est en grande partie urbanisé, dans une proportion de 75% sur la portion terrestre. Cette urbanisation implique que les sols, autrefois couverts de forêts, sont maintenant en bonne partie imperméabilisés par les chaussées, les trottoirs, les toitures et les stationnements. Pour ces surfaces, les pluies et les eaux de fonte des neiges ruissellent au lieu de s'infiltrer dans les sols. Quant aux surfaces végétalisées situées en milieu urbain, celles-ci sont susceptibles d'avoir subi un remaniement des sols, et, dans de nombreux cas, l'importation de sols externes au site. Dans ces situations, la perméabilité des sols est généralement diminuée par rapport à l'état naturel, réduisant ainsi l'infiltration potentielle des eaux de surface. Une petite partie des eaux de ruissellement est interceptée par des dépressions puis évaporée. Pour ces raisons, une portion significative des eaux de surface ne s'infiltrer pas, est captée puis acheminée vers le réseau d'égout et dirigée

rapidement vers les émissaires pluviaux, dont plusieurs se trouvent en bordure du lac Osisko. L'eau ruisselant dans les rues et autres surfaces se charge de la pollution laissée par les activités humaines (déchets de toutes sortes, hydrocarbures, sels de déglacage, sable, etc.) et par le dépôt atmosphérique. Au début d'une forte pluie, en particulier lors de la fonte des neiges, la concentration en matières en suspension (MES) et divers polluants est à son niveau le plus élevé aux émissaires pluviaux et diminue ensuite progressivement. La concentration de polluants rejetés aux émissaires n'est donc pas constante mais varie au courant d'un même événement pluvieux, et d'un événement à l'autre.

Un total de **20 émissaires pluviaux** a été identifié dans le bassin sud du lac Osisko et pour chacun, un sous-bassin versant a été délimité. La carte 3 présente un aperçu de l'occupation des sols du bassin versant du bassin sud, exprimée par le coefficient de ruissellement (Cp). Le tableau 3-2 présente une synthèse de l'occupation de ces sous-bassins, ainsi qu'une évaluation du coefficient de ruissellement de pointe pour chacun (MTQ, 2020). Le coefficient de ruissellement fournit une évaluation de la proportion des précipitations qui ruisselle versus celle qui est infiltrée dans le sol ou interceptée lors d'une pluie.

Les secteurs commerciaux de la ville sont ceux dont le coefficient de ruissellement est le plus élevé, car ils présentent le plus de surfaces imperméabilisées et un minimum de zone d'infiltration dans le sol. La surface du lac Osisko a également un coefficient de ruissellement très élevé car les pertes y sont minimales, la totalité des précipitations étant captée par le lac (sauf un peu d'évaporation et potentiellement de l'infiltration au fond). À l'opposé, les zones naturelles, gazonnées ou boisées, présentent un coefficient de ruissellement plus faible car une plus grande portion des précipitations y est interceptée et infiltrée dans le sol. Il est à noter que l'eau infiltrée dans le sol n'est pas perdue dans le bilan hydrique car elle viendra alimenter la nappe phréatique qui éventuellement pourra alimenter le lac.

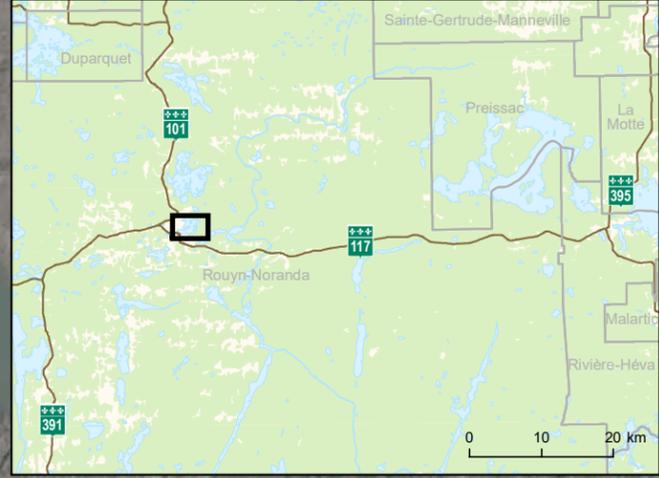


◆ Émissaire pluvial

--- Exutoire du lac Osisko

Occupation (coefficient de ruissellement Cp)

0.20
0.25
0.30
0.40
0.45
0.50
0.55
0.70
0.95



Collectif Territoire
 Étude hydrologique du lac Osisko
 Rouyn-Noranda, Québec

Carte 3
 Occupation des sols du bassin versant sud
 du lac Osisko

Sources :
 CanVec, 1/250 000, RNCan, 2017
 SDA, 1/20 000, MERN Québec, juin 2022
 Orthophoto, résolution 20 cm, MRNF 2021

Données de projet, BBA et Fluvio, 2023

No projet BBA : 7284005-001000-4E 2023-02-21

0 125 250 m
 MTM, fuseau 10 (SCRS), NAD 83

Préparé par : C. Breton Dessiné par : A. Monnard Vérfié par : M. Lavoie

Fichier : 7284005_001000_4E_D3D_0003_R00.mxd

Tableau 3-2 : Coefficients de ruissellement du bassin versant du bassin sud

Bassin	Superficie (km ²)	% bassin versant	Type d'occupation du sol	Cp ¹
Émissaire pluvial 1	0,066	2%	Résidentiel - Banlieue	0,25
Émissaire pluvial 2	0,362	9%	Résidentiel - Unifamiliale et Centre-ville	0,60
Émissaire pluvial 3	0,164	4%	Résidentiel - Unifamiliale	0,55
Émissaire pluvial 4-5	0,013	0%	Commercial (Hôpital)	0,95
Émissaire pluvial 6	0,026	1%	Commercial	0,70
Émissaire pluvial 7-8	0,144	4%	Commercial	0,90
Émissaire pluvial 9	0,025	1%	Commercial	0,95
Émissaire pluvial 10	0,114	3%	Résidentiel - Unifamiliale et Centre-ville	0,66
Émissaire pluvial 11-12-13-14	0,075	2%	Commercial	0,95
Émissaire pluvial 15	0,119	3%	Résidentiel - Unifamiliale et habitations multiples	0,55
Émissaire pluvial 16-17	0,064	2%	Résidentiel - Banlieue	0,40
Émissaire pluvial 18	0,440	11%	Résidentiel banlieue et terrain vacant	0,36
Émissaire pluvial 19	0,135	3%	Maisons à appartements et parc	0,42
Émissaire pluvial 20	0,083	2%	Maisons à appartements et parc	0,45
Sous-bassin Est	0,335	8%	Terrain vague et zone boisée	0,30
Sous-bassin Nord	0,152	4%	Boisé plat	0,30
Total du bassin versant sans le lac	2,317	57%	-	0,49
Bassin sud du lac Osisko	1,727	43%	Lac	0,95
Total du bassin versant avec le lac	4,044	100%	-	0,69

1 : Coefficient de ruissellement de pointe. Source : MTQ, 2020.

3.6 IDENTIFICATION DES SOURCES D'APPORTS ET DES SORTIES EN EAUX

Le tableau 3-3 identifie les principaux apports et les sorties d'eaux du bassin sud du lac Osisko à prendre en compte dans le bilan hydrique.

Tableau 3-3 : Identification des apports et des pertes en eaux du bassin sud du lac Osisko

Apports	Sorties
Précipitations directes sur le lac	Évaporation à la surface du lac
Ruissellement sur le bassin versant	Écoulement à l'exutoire
Alimentation ou recharge de la nappe phréatique	
Écoulement à travers les digues (apports et pertes possibles)	
Déversements du réseau sanitaire	Prélèvements

Les **précipitations directes** sont la pluie et la neige tombant à la surface du lac, pour lesquelles il n'y a pas d'influence anthropique autres que les changements climatiques. Ces précipitations peuvent être quantifiées pour une année typique, humide ou sèche à partir des données recueillies aux stations météorologiques. Les précipitations sous forme de neige de même que la glace ne seront pas immédiatement disponibles en hiver mais le deviendront lors de la fonte printanière.

Le **ruissellement sur le bassin versant** correspond à la proportion des précipitations qui demeure en surface et n'est pas interceptée, évaporée ou infiltrée dans le sol. Elle coule en surface sur le sol ou dans la couche supérieure du sol vers le lac ou bien est interceptée par le réseau pluvial et dirigée vers le lac aux émissaires. Les phénomènes d'évapotranspiration et d'évaporation à partir de la surface du sol sont pris en compte dans le calcul du ruissellement.

La **nappe phréatique** peut constituer une source d'apports significative car elle permet de retourner les eaux infiltrées dans le sol vers le lac. Ces apports se poursuivront après les périodes de pluies et de fonte des neiges et pourront contribuer à soutenir les étiages. La nature des sols et la géologie de la région sont les principaux paramètres qui déterminent les apports de la nappe phréatique. Il est possible que ces apports proviennent de secteurs se situant hors du bassin versant et que les écoulements profonds ne suivent pas nécessairement la topographie de la surface. Également, il est possible que l'échange avec la nappe phréatique se produise en sens inverse et que ce soit le lac qui contribue à recharger la nappe phréatique si cette dernière est plus basse que le lac. Certaines opérations de pompage d'eau souterraines peuvent causer un rabattement de la nappe et générer ce phénomène. Il faut toutefois une étude hydrogéologique locale pour caractériser et quantifier les apports (et sorties) de la nappe phréatique. Les apports de la nappe phréatique font l'objet de la section 5.2.

Des **déversements du réseau sanitaire** surviennent occasionnellement au lac Osisko. Ces eaux proviennent des usages domestiques mais également de certains apports de portions du réseau unitaire, de même que d'opérations de nettoyage planifiées des stations de pompage ou de bris d'équipement. Aucune information détaillée n'a été fournie sur la

fréquence et le volume des déversements, et cet apport demeure marginal pour le bilan hydrique (quoiqu'il puisse être plus significatif en ce qui concerne la qualité de l'eau).

L'**évaporation à la surface du lac** survient surtout durant les périodes chaudes et ensoleillées. Elle peut toutefois se produire également, dans une moindre mesure, à la surface de la couverture de neige, par un processus de sublimation.

L'**écoulement à l'exutoire** du bassin sud du lac Osisko représente le débit quittant le lac vers le ruisseau Osisko. Ce débit est déterminé au premier point de contrôle hydraulique en aval du lac, où une relation d'équilibre s'établit entre le niveau d'eau et le débit passant. Ainsi, une hausse du niveau d'eau du lac fera augmenter le débit sortant, et à l'inverse, une baisse du niveau sera accompagnée d'une diminution du débit. Ultimement, si les apports au lac sont très faibles, le niveau du lac se positionnera à l'élévation du seuil du contrôle hydraulique.

Les **prélèvements** peuvent être effectués dans le lac et doivent être considérés dans le bilan d'eau si ceux-ci sont importants. Toutefois, il n'y a pas d'information disponible indiquant que les eaux du bassin sud du lac Osisko sont utilisées pour des usages industriels ou autres en quantité importante. La source d'eau potable de la ville de Rouyn-Noranda est le lac Dufault, situé au nord de la ville.

La **perméabilité des digues** du bassin central peut constituer à la fois une source d'apports ou de pertes. L'eau qui s'infiltré à travers la digue se dirigera du côté de la digue où le niveau d'eau est le plus bas. Ainsi, dans le bilan d'eau, il faudrait idéalement prendre en compte le niveau respectif du bassin sud et celui du bassin central, de même que la perméabilité de cette digue. Ce point est traité à la section 5.6.

Le bilan d'eau fait l'objet du chapitre 5.

4 DESCRIPTION DU CONTEXTE PLUVIOMÉTRIQUE

À retenir dans cette section

La précipitation totale (neige et pluie) moyenne annuelle s'élève à 872 mm, et a varié entre 733 mm et 1112 mm entre 1996 et 2022 à la station météorologique Rouyn.

Sont aussi présentés dans ce chapitre le contexte hydrologique de l'année 2018 pour laquelle des niveaux d'eau sont disponibles (une année ayant reçu de fortes pluies automnales), un sommaire des températures et précipitations de pluies et de neige à la station Mont-Brun, et les courbes IDF (climat actuel) de Kirkland Lake CS pouvant être utilisées au lac Osisko.

4.1 DONNÉES DISPONIBLES

Des données de **précipitations** totales (neige et pluie combinées) quotidiennes sont disponibles à la station météorologique Rouyn (7086716), située à seulement 2 km au nord-ouest du lac Osisko. Ces données sont récentes, étant récoltées depuis 1994. Elles sont analysées afin d'établir les hauteurs de précipitations mensuelles et annuelles.

4.2 HAUTEURS DE PRÉCIPITATIONS

Le tableau 4-1 présente les hauteurs de précipitations totales mensuelles et annuelles récoltées par Environnement Canada à la station Rouyn. Les précipitations annuelles sont classées afin d'établir les années plus sèches et plus humides. Il est à noter que certaines données quotidiennes sont manquantes et que le total de certains mois n'a pas été calculé en raison de données insuffisantes.

La précipitation moyenne annuelle s'élève à 872 mm, et a varié entre 733 mm et 1112 mm entre 1996 et 2022. L'écart type de cet échantillon est de 101 mm. L'année la plus humide depuis 1996 a été 2022 alors que la plus sèche a été 2007.

Sur une base mensuelle, ce sont les mois de juillet, août et septembre qui connaissent le plus de précipitations (95 mm en moyenne par mois), alors que les mois d'hiver sont généralement plus secs (51 mm en moyenne par mois pour les mois de janvier à mars). Le record de précipitations mensuelles pour la période analysée a atteint 214 mm en juillet 2008, alors que le minimum est de 11 mm tombé durant le mois de mars 2010. En octobre 2018, le cumul mensuel était le plus élevé pour ce mois avec 201 mm.

Tableau 4-1 : Hauteurs de précipitations totales (équivalent en eau en mm) mensuelles à la station Rouyn de 1994 à 2022

Année	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre	Total	Rang
1994	-	-	-	-	-	-	-	77,9	108,7	56,7	58,6	33,3	-	-
1995	75,7	35,0	35,8	34,0	107,4	-	-	-	96,8	76,2	87,1	35,1	-	-
1996	76,6	54,9	25,6	81,5	54,4	40,6	144,5	46,3	70,3	74,1	46,1	81,3	796,2	21
1997	102,0	27,6	36,1	29,8	68,0	106,5	99,6	88,8	66,2	54,5	80,6	40,3	800,0	19
1998	53,2	23,7	91,1	26,2	46,6	68,7	81,8	111,4	95,8	35,8	67,2	35,1	736,6	24
1999	75,0	37,6	26,2	29,4	52,2	145,2	53,4	115,3	108,5	116,4	67,1	64,5	890,8	10
2000	64,0	28,5	56,8	33,6	93,4	137,0	68,6	141,8	59,2	44,1	90,0	46,8	863,8	13
2001	24,7	56,8	18,7	85,8	82,5	41,0	59,4	64,4	120,3	106,5	71,5	73,9	805,5	17
2002	44,9	95,6	88,3	43,6	36,5	102,2	83,0	51,1	78,6	43,8	86,2	49,9	803,7	18
2003	23,0	49,8	40,2	46,6	52,0	80,9	89,5	121,5	95,6	94,0	64,4	57,7	815,2	15
2004	33,7	31,3	98,3	83,4	69,8	123,0	184,7	76,2	31,7	72,8	62,3	82,0	949,2	7
2005	54,3	29,1	24,6	55,1	41,5	81,0	84,9	92,5	102,0	68,0	122,8	41,8	797,6	20
2006	80,2	46,9	64,3	83,3	33,0	43,6	140,1	64,6	116,5	85,4	58,4	49,4	865,7	12
2007	49,7	35,2	67,6	83,6	60,7	39,8	44,1	97,0	42,1	75,9	65,8	71,4	732,9	25
2008	75,5	52,9	50,3	54,6	128,9	74,0	213,9	97,4	81,0	65,5	65,6	107,7	1067,3	2
2009	32,1	65,2	46,9	97,9	89,7	40,6	180,0	120,0	74,5	90,6	81,4	50,4	969,3	5
2010	46,1	43,4	11,4	33,2	32,3	53,2	75,0	101,7	205,6	39,5	69,0	60,6	771,0	22
2011	36,3	35,6	55,0	110,1	20,9	92,8	76,7	43,4	100,8	123,2	93,0	60,5	848,3	14
2012	72,8	30,4	78,4	42,5	62,4	44,6	91,0	78,2	147,4	125,6	57,5	62,5	893,3	9
2013	59,5	32,4	68,1	84,6	61,4	71,2	52,8	162,7	66,2	116,1	138,1	54,4	-	-
2014	80,2	17,0	51,4	67,7	68,8	46,2	112,2	84,1	84,5	138,4	89,7	85,7	925,9	8
2015	37,7	24,6	35,7	76,5	110,0	45,8	48,2	94,3	75,4	88,1	80,3	93,2	809,8	16

Année	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre	Total	Rang
2016	88,8	55,5	68,0	44,7	64,6	78,6	114,5	85,2	74,1	73,5	69,0	62,9	879,4	11
2017	52,7	63,8	64,3	80,8	105,2	71,6	61,9	210,7	59,4	112,2	84,6	18,6	985,8	3
2018	74,4	34,1	37,4	45,6	56,1	71,2	107,0	86,4	125,3	200,8	62,8	53,6	954,7	6
2019	62,2	104,4	41,6	127,1	69,0	124,3	48,9	93,7	86,6	86,6	91,2	48,0	983,6	4
2020	38,6	41,5	-	135,0	65,8	79,1	-	-	-	-	57,8	64,8	-	-
2021	22,6	27,1	65,5	33,4	45,4	69,0	144,6	47,0	119,8	54,9	45,8	72,3	747,4	23
2022	63,5	84,5	52,3	85,8	95,4	131,7	134,5	135,0	45,8	82,3	122,8	78,6	1112,2	1
Moyenne	57,1	45,2	51,8	65,6	66,9	77,9	99,8	95,9	90,7	85,8	77,1	59,9	872,2	-
Minimum	22,6	17	11,4	26,2	20,9	39,8	44,1	43,4	31,7	35,8	45,8	18,6	732,9	22,6
Maximum	102	104,4	98,3	135	128,9	145,2	213,9	210,7	205,6	200,8	138,1	107,7	1112,2	-

4.3 CONTEXTE HYDROLOGIQUE DE L'ANNÉE 2018

Puisque des données de niveau d'eau sont disponibles pour trois mois durant l'année 2018 (d'août à novembre), cette année est analysée plus attentivement afin d'établir le contexte hydrologique dans le quel ces données ont été mesurées, c'est-à-dire s'il s'agissait d'une période normale, humide ou sèche. Les conditions hydrologiques ont une influence sur le niveau d'eau initial de la période de mesure et sur la réserve souterraine disponible. Le graphique de la figure 4-1 illustre les hauteurs de précipitations mensuelles et met en évidence les observations de 2018. En résumé :

- L'année 2018 se classe au 6^e rang des années les plus humides;
- Les sept premiers mois de l'année 2018 ont reçu une quantité de précipitations un peu plus faible que la normale (426 mm en 2018 vs moyenne de 464 mm);
- Le mois d'août 2018 a reçu des précipitations près de la normale également (86 mm en 2018 vs moyenne de 96 mm);
- Le mois de septembre 2018 a été plus humide que la normale (125 mm en 2018 vs moyenne de 91 mm);
- Le mois d'octobre 2018 a reçu les plus fortes précipitations mensuelles depuis 1994 (201 mm en 2018 vs moyenne de 86 mm);
- Le mois de novembre 2018 a été plus sec que la normale (63 mm en 2018 vs moyenne de 77 mm).

La répartition quotidienne des pluies de 2018 est présentée à la section 5.4 qui traite des variations du niveau d'eau du lac Osisko.

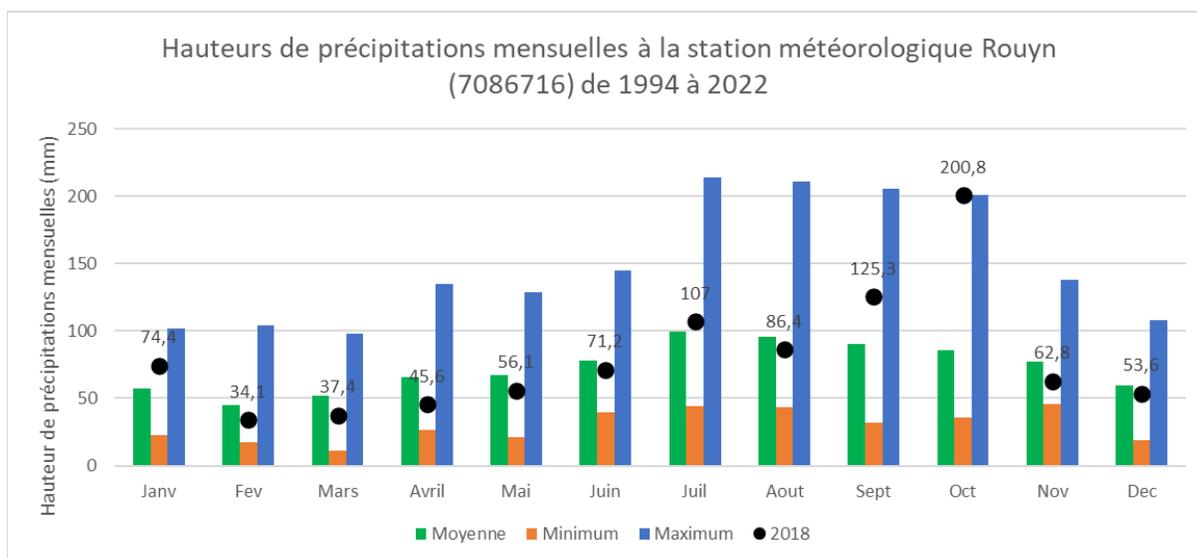


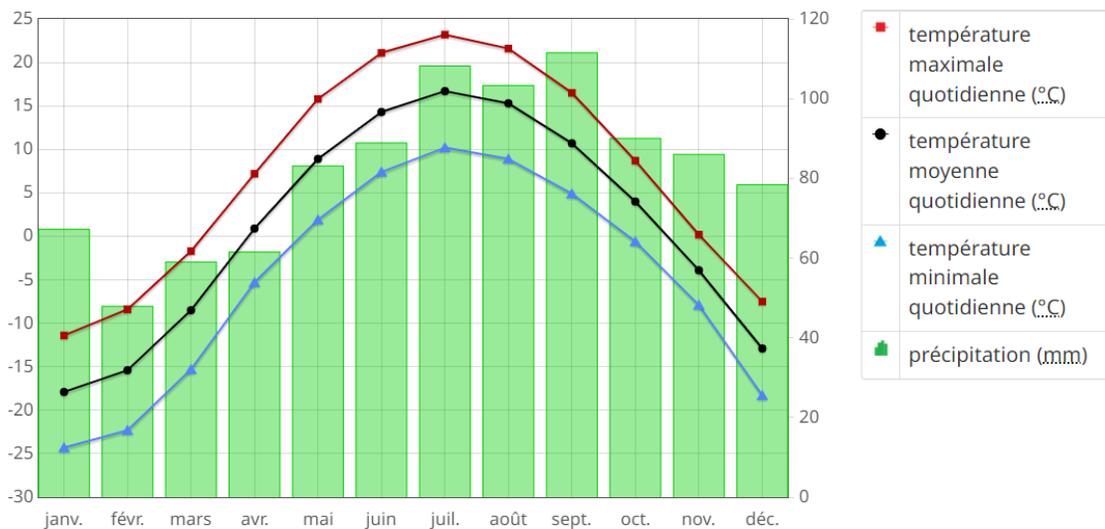
Figure 4-1 : Hauteurs de précipitations mensuelles à la station météorologique Rouyn

4.4 SOMMAIRE CLIMATIQUE

Le Gouvernement du Canada (2022c) a calculé des normales climatiques pour la période de 1981 à 2010 à partir des données de la station météorologique Mont Brun (7085106), située à environ 27 km au nord du lac Osisko. Ce sommaire climatique offre un aperçu général des températures et précipitations de la région du lac Osisko. Il apporte des informations complémentaires à celles déjà présentées pour Rouyn, notamment une distinction entre les précipitations de neige et de pluies, qui n'est pas disponible pour la station Rouyn.

La figure 4-2 illustre les températures moyenne, maximale et minimale mensuelles de même que les précipitations totales moyennes mensuelles. Les tableaux 4-2 et 4-3 offrent plus de détails relatifs aux températures et aux précipitations.

Graphique des températures et des précipitations pour les normales climatiques au Canada de 1981 à 2010
MONT BRUN



Source : Gouvernement du Canada, 2022c.

Figure 4-2 : Normales climatiques de la station Mont Brun (7085106)

Tableau 4-2 : Sommaire climatique à la station Mont Brun (7085106) pour la période de 1981 à 2010 - Température

	Jan	Fév	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil	Août	Sept	Oct	Nov	Déc	Année
Moyenne quotidienne (°C)	-17,9	-15,4	-8,5	0,9	8,9	14,3	16,7	15,3	10,7	4,0	-3,9	-12,9	1,0
Écart type	3,7	3,3	2,5	2,4	2,1	1,6	1,1	1,3	1,6	1,7	2,6	3,8	1,2
Maximum quotidien (°C)	-11,4	-8,4	-1,7	7,2	15,8	21,1	23,2	21,6	16,5	8,7	0,2	-7,5	7,1
Minimum quotidien (°C)	-24,3	-22,3	-15,3	-5,3	1,9	7,4	10,2	8,9	4,9	-0,6	-7,9	-18,3	-5,1
Maximum extrême (°C)	8,0	12,0	16,0	29,0	32,0	34,5	35,5	34,0	33,0	25,5	19,0	14,5	-
Date (aaaa/jj)	1995/ 14	1994/ 19	1995/ 14	1986/ 28	2007/ 24	1995/ 18	2005/ 12	2007/ 01	2002/ 08	2005/ 02	2008/ 05	1982/ 03	-
Minimum extrême (°C)	-49,5	-45,5	-42,5	-25,5	-11,5	-7,5	-4,0	-3,5	-8,5	-14,0	-35,5	-46,5	-
Date (aaaa/jj)	1984/ 21	1994/ 08	1984/ 12	1995/ 05	1986/ 02	1980/ 08	1992/ 21	1991/ 24	1993/ 30	1981/ 22	1989/ 23	1983/ 20	-

Source : https://climat.meteo.gc.ca/climate_normals/index_f.html

Tableau 4-3 : Sommaire climatique à la station Mont Brun (7085106) pour la période de 1981 à 2010 - Précipitations

	Jan	Fév	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil	Août	Sept	Oct	Nov	Déc	Année
Chute de pluie (mm)	6,7	3,6	19,8	43,6	81,2	88,9	108,2	103,3	111,4	84,2	42,0	12,0	704,9
Chute de neige (cm)	60,6	44,3	39,2	18,3	1,9	0,0	0,0	0,0	0,2	5,9	44,0	66,4	280,6
Précipitation (mm)	67,2	47,9	59,0	61,5	83,1	88,9	108,2	103,3	111,5	90,0	86,0	78,4	985,2
Couverture de neige moyenne (cm)	53	72	72	27	0	0	0	0	0	0	5	26	21
Couverture de neige médiane (cm)	53	72	73	27	0	0	0	0	0	0	4	25	21
Couverture de neige, fin de mois (cm)	65	75	56	1	0	0	0	0	0	1	11	39	21
Extrême quotidien de pluie (mm)	23,0	12,0	20,4	28,0	39,2	42,2	69,2	73,6	59,2	48,8	39,2	20,4	-
Date (aaaa/jj)	1995/ 14	1994/ 20	1998/ 29	2009/ 03	1989/ 21	1997/ 28	1998/ 15	1988/ 02	1983/ 20	2006/ 11	2000/ 09	2002/ 19	-
Extrême quotidien de neige (cm)	25	30	27	18	8	1	0	0	5	12	26	23	-
Date (aaaa/jj)	2006/ 17	1995/ 15	1986/ 18	2005/ 03	2004/ 02	1980/ 09	1981/ 01	1980/ 01	1991/ 28	1993/ 08	1999/ 03	2010/ 12	-
Extrême quotidien de précipitation (mm)	25,0	30,4	27,0	30,0	39,2	42,2	69,2	73,6	59,2	48,8	39,2	23,0	-
Date (aaaa/jj)	2006/ 17	1995/ 15	1986/ 18	2009/ 03	1989/ 21	1997/ 28	1998/ 15	1988/ 02	1983/ 20	2006/ 11	2000/ 09	2001/ 23	-

Source : https://climat.meteo.gc.ca/climate_normals/index_f.html

4.5 COURBES IDF

Les **courbes intensité-durée-fréquence (IDF)** représentent l'intensité de la pluie (I) en fonction de sa durée (D) et de sa fréquence (F) pour une période de retour donnée. Parmi les courbes disponibles, celles de la station de Kirkland Lake a été sélectionnée (voir chapitre 2). Ces courbes et leurs paramètres d'application sont présentés à la figure 4-3. Le tableau 4-4 présente les hauteurs de pluies pour différentes périodes de retour et durées.

Selon ces données, une pluie d'une durée de 24 heures et d'une période de retour de 100 ans laissera 89,6 mm d'eau sur le territoire, ce qui représente une intensité moyenne de 3,7 mm/h. Une pluie de même période de retour mais d'une durée de seulement 5 minutes laissera 18,8 mm d'eau, ce qui représente une intensité beaucoup plus élevée, de 225,7 mm/h.

Pour **tenir compte des changements climatiques**, entre autres pour la conception des infrastructures, il est conseillé de majorer les courbes IDF afin de tenir compte de l'effet de l'augmentation des températures sur la fréquence et l'intensité des pluies (Données climatiques Canada, 2023). Les courbes majorées sont présentées au chapitre 6 traitant de l'effet de changements climatiques.

Tableau 4-4 : Courbes IDF – Quantité de pluie (en mm) par période de retour – Station Kirkland Lake CS (6074211)

Durée	2	5	10	25	50	100
5 min	7,7	10,7	12,6	15,1	17,0	18,8
10 min	11,8	15,6	18,2	21,5	23,9	26,3
15 min	14,8	19,7	23,0	27,2	30,3	33,4
30 min	18,1	23,8	27,6	32,5	36,0	39,6
1 h	20,7	28,1	32,9	39,1	43,6	48,2
2 h	24,8	34,1	40,2	47,9	53,6	59,2
6 h	32,9	43,3	50,2	58,9	65,3	71,7
12 h	37,4	47,6	54,4	62,9	69,2	75,5
24 h	43,7	56,0	64,1	74,4	82,0	89,6

Source : https://climat.meteo.gc.ca/prods_servs/engineering_f.html

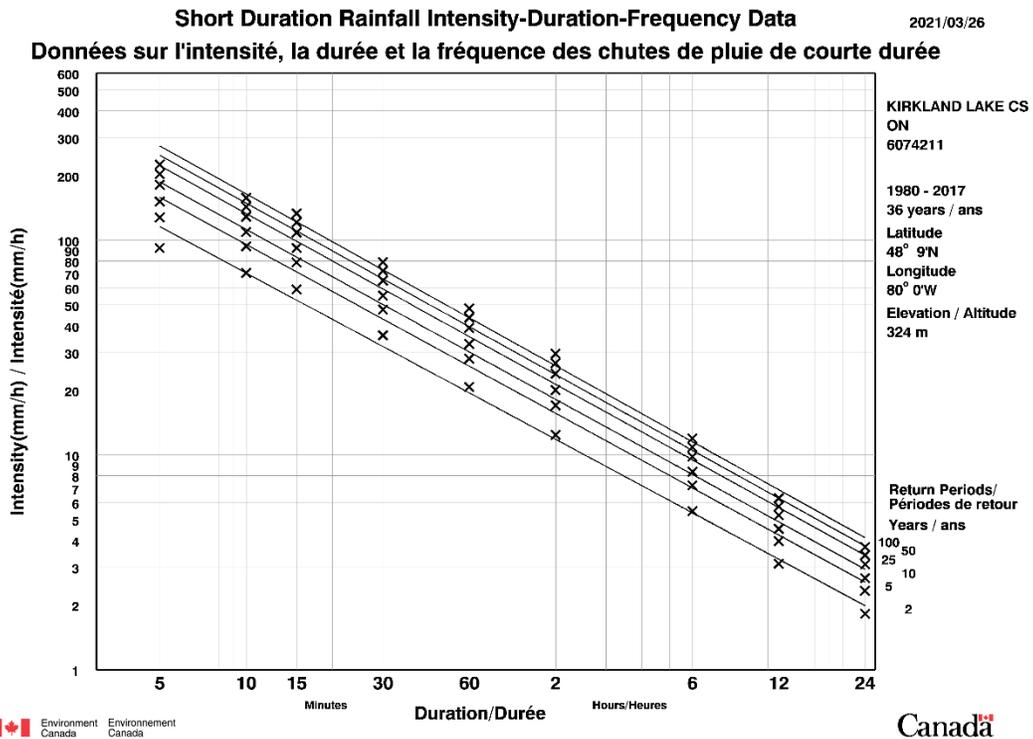


Table 3 : Interpolation Equation / Équation d'interpolation: $R = A \cdot T^B$

R = Interpolated Rainfall rate (mm/h)/Intensité interpolée de la pluie (mm/h)
 RR = Rainfall rate (mm/h) / Intensité de la pluie (mm/h)
 T = Rainfall duration (h) / Durée de la pluie (h)

Statistics/Statistiques	2	5	10	25	50	100
	yr/ans	yr/ans	yr/ans	yr/ans	yr/ans	yr/ans
Mean of RR/Moyenne de RR	33.5	45.2	53.0	62.8	70.1	77.3
Std. Dev. /Écart-type (RR)	33.2	45.3	53.4	63.6	71.1	78.7
Std. Error/Erreur-type	9.4	12.2	14.0	16.3	18.1	19.8
Coefficient (A)	19.5	25.9	30.2	35.6	39.6	43.6
Exponent/Exposant (B)	-0.718	-0.729	-0.733	-0.738	-0.740	-0.742
Mean % Error/% erreur moyenne	8.3	8.9	9.2	9.5	9.7	9.8

Figure 4-3 : Courbe Intensité – Durée – Fréquence, climat actuel, station Kirkland Lake CS (6074211).

5 BILAN HYDRIQUE DU LAC OSISKO

À retenir dans cette section

Les apports au bassin sud proviennent des précipitations directes (57%), du ruissellement (38%), et de la nappe phréatique (5%). Les pertes se font par évaporation (32%) et par les écoulements à l'émissaire (68%). Environ 50 % du volume des précipitations totales sur le bassin versant prendront le chemin de l'émissaire du lac.

Les mesures du niveau d'eau disponibles pour 3 mois de 2018 montrent que le bassin sud est très réactif aux pluies, notamment en raison de la forte urbanisation du bassin versant. Le niveau du bassin central est très proche de celui du bassin sud. Il est possible qu'ils partagent le même contrôle hydraulique en aval. Le niveau d'eau est généralement plus élevé dans le bassin sud que dans les deux autres bassins,

Le degré d'étanchéité des digues ne peut être évalué sans informations sur leur configuration et leur composition. Toutefois un niveau d'eau plus élevé dans le lac Osisko que dans les autres bassins crée des conditions favorables à un écoulement en direction du bassin central et du bassin nord.

Le temps de rétention des eaux dans le bassin sud du lac Osisko est évalué à 2,8 ans.

5.1 DÉFINITION DU BILAN HYDRIQUE ANNUEL

Voici une définition de la notion de bilan hydrique :

« *Le Bilan hydrologique désigne la répartition des différents volumes d'eau compris dans chacune des parties du cycle de l'eau, pour une période et un bassin donné. On parle aussi de bilan hydrique.*

Bilan hydrologique (pour un intervalle de temps donné, généralement l'année) = P = Q + E + DR, avec P la hauteur d'eau précipitée sur le bassin versant, Q la lame d'eau écoulée par le réseau hydrographique, E la tranche d'eau retournée à l'atmosphère par évapotranspiration et DR les variations des nappes souterraines pendant le même temps. »⁴

Dans le cas du bassin sud du lac Osisko, il y a très peu de données actuellement disponibles afin d'évaluer le bilan hydrique, il est donc nécessaire de poser certaines hypothèses pour réaliser ce bilan :

- On suppose que le stockage (DR) demeure constant d'une année à l'autre pour un même moment de l'année, donc que l'aquifère se recharge au même niveau que l'année précédente et que le niveau du lac est aussi le même;
- L'évaporation à la surface du lac est basée sur les données de l'Atlas hydrologique du Canada (Ressources naturelles Canada, 1978a);

⁴ https://www.dictionnaire-environnement.com/bilan_hydrologique_ID5211.html

- Les pertes par évapotranspiration sont également basées sur les données de l'Atlas hydrologique du Canada (Ressources naturelles Canada, 1978b), donc elles ne tiennent pas compte du caractère urbanisé d'une grande proportion du bassin versant;
- Le ruissellement venant du bassin versant est estimé à partir du coefficient de ruissellement, qui comporte une certaine incertitude (voir section 3.5);
- Les apports de la nappe phréatique sont estimés en soustrayant le ruissellement et l'évapotranspiration aux précipitations sur le bassin versant. Il s'agit donc de la portion infiltrée dans le sol;
- Les pertes ou apports par infiltration dans la digue sont négligés;
- D'autres prélèvements et rejets potentiels sont également négligés (transport de la neige, prélèvement pour usage industriel, rejets ponctuels et débordements des égouts).

5.2 DISCUSSION SUR LES APPORTS DE LA NAPPE PHRÉATIQUE

Un des éléments du bilan hydrique est la contribution de la nappe d'eau souterraine. Il s'agit probablement du paramètre le plus difficile à évaluer dans l'équation du bilan. Les données existantes sur les eaux souterraines ont été analysées afin de poser les hypothèses les plus réalistes sur les apports en eaux de la nappe phréatique au lac Osisko.

Une étude à portant sur les eaux souterraines de l'Abitibi-Témiscamingue a été réalisée par l'Université du Québec en Abitibi-Témiscamingue (Cloutier et al., 2013 et 2015). Les cartes ont été consultées en ligne sur le site du Gouvernement du Québec (2023). Cette étude visant à broser le portrait de la ressource à l'échelle régionale afin de la protéger et d'en assurer la pérennité. Elle ne peut donc pas servir à définir les conditions réelles à l'échelle locale, mais seulement à donner un portrait général. D'ailleurs, un avertissement est offert à cet effet en introduction du rapport : « *Le portrait régional pourrait toutefois s'avérer non représentatif localement compte tenu de la variabilité de la qualité et de la distribution spatiale et temporelle des données sources utilisées pour sa création et ceci malgré les efforts déployés lors de la collecte, de la sélection et de la validation des données sources utilisées. Par conséquent, cette donnée ne peut remplacer les études requises pour définir les conditions réelles à l'échelle locale (...)* ».

Ainsi, il n'est pas possible de quantifier les apports de la nappe phréatique au lac Osisko à partir de l'étude régionale. Voici cependant quelques observations intéressantes tirées de cette étude et qui permettent d'orienter les hypothèses posées pour le bilan hydrologique :

- La planche 4 de l'étude de 2013 illustre la direction des écoulement souterrains (figure 5-1). Dans le secteur du lac Osisko, les eaux s'écoulent du nord-ouest vers le sud-est. Ces écoulements en zones moins accidentées peuvent être divergeant et ne pas suivre le réseau hydrographique de surface;
- La planche 4 de l'étude de 2015 illustre la composition géologique (figure 5-2). Elle indique la présence d'un dépôt argileux et d'affleurements rocheux dans le secteur du lac Osisko;
- Cette même information est disponible sur les cartes mises en ligne par le Gouvernement du Québec (2023). La figure 5-3 présente une capture d'écran de la carte consultée en ligne. Elle illustre la présence dominante d'argile et limon sur roc

fracturé (nappe captive) autour du lac Osisko, et de quelques affleurements rocheux du côté sud;

- Le taux de recharge de la nappe phréatique est également disponible en ligne (Gouvernement du Québec, 2023). Il est évalué comme étant faible pour le bassin versant du lac Osisko, soit moins de 100 mm/an. On peut donc s’attendre à ce que les apports de la nappe phréatique au lac ne soient pas très élevés.

Finalement, il est important de noter que les échanges entre la nappe phréatique et le lac peuvent aussi se faire en sens inverse durant certaines périodes. Si la nappe phréatique est plus basse que le niveau du lac, ce dernier contribuera à recharger la nappe phréatique. Par exemple, des activités de pompage souterrain ayant pour effet de rabattre la nappe phréatique pourraient occasionner une recharge par le lac. Une étude hydrogéologique locale est requise pour évaluer la dynamique d’échange d’eau entre la nappe phréatique et le lac. Cette étude pourrait inclure la mesure du niveau du lac et l’installation de piézomètres pour suivre celui de la nappe phréatique simultanément.

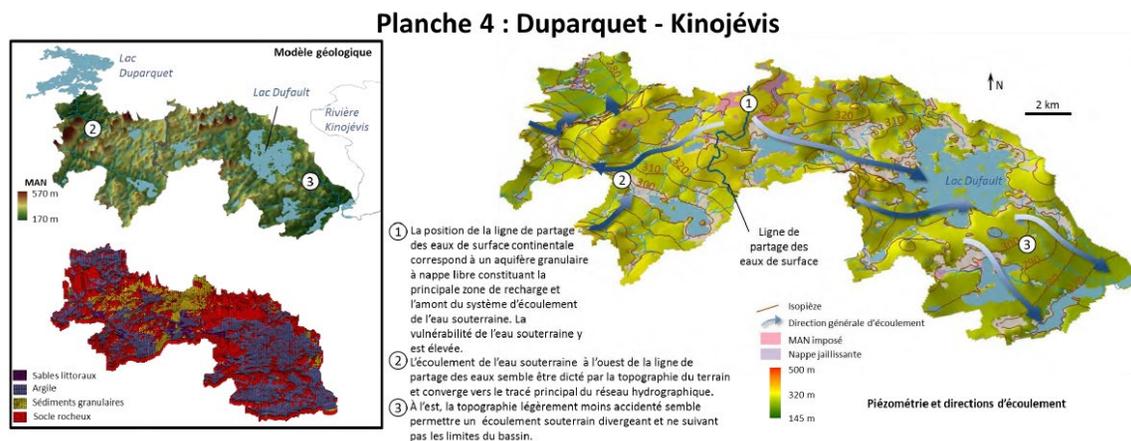


Figure 5-1 : Piézométrie et direction des écoulements du bassin Duparquet-Kinojévis (Cloutier et al., 2013)

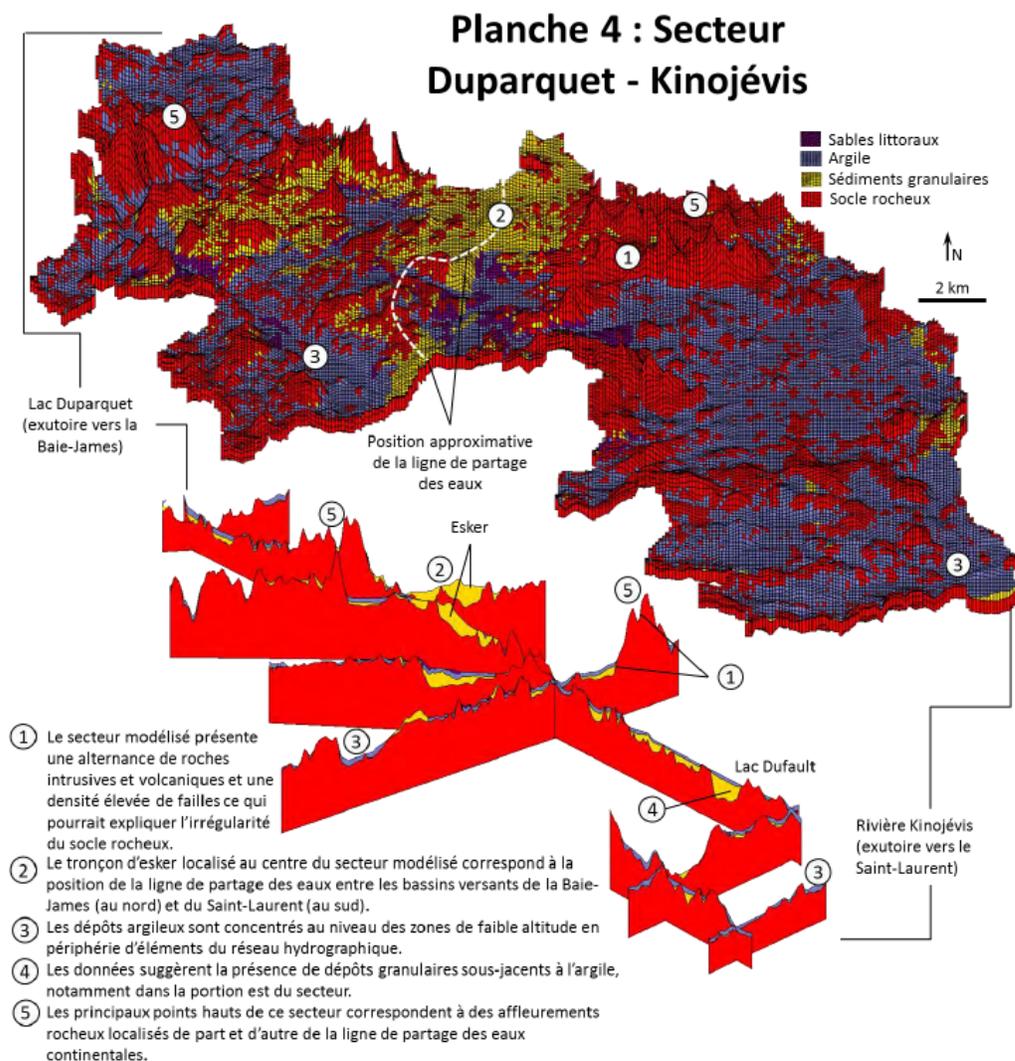


Figure 5-2 : Modèle géologique du bassin Duparquet-Kinojévis (Cloutier et al., 2015)

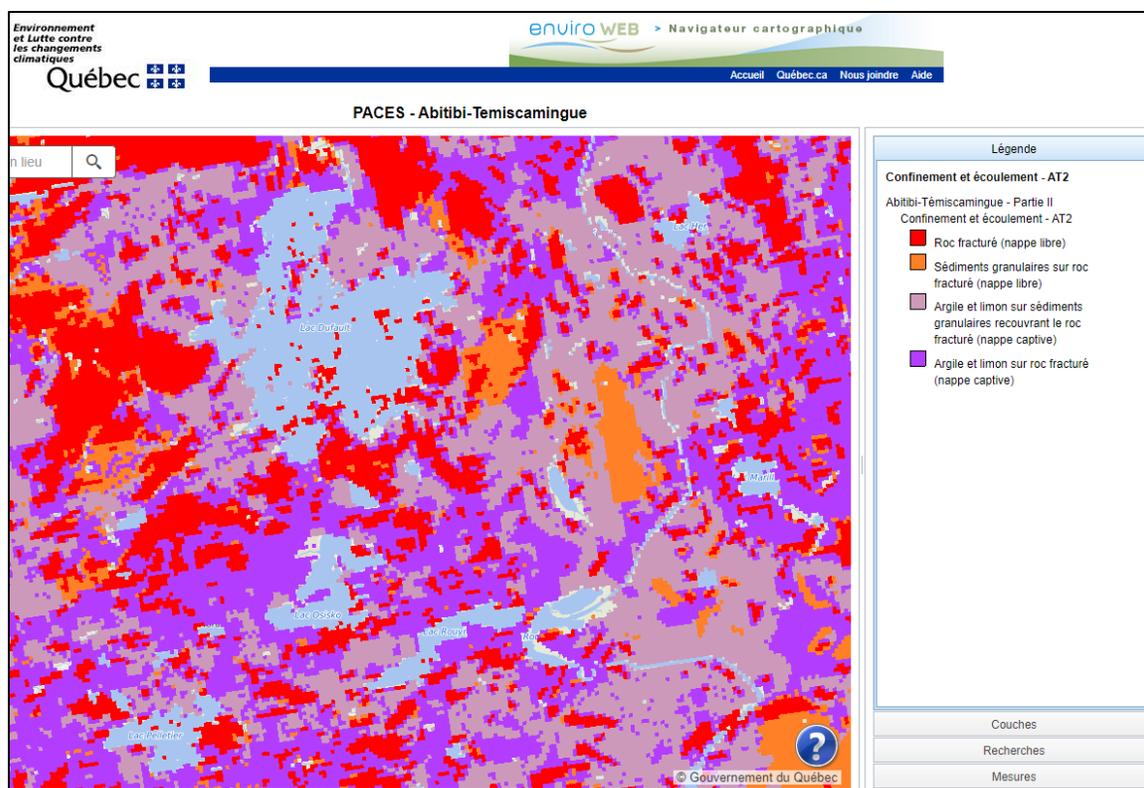


Figure 5-3 : Confinement et écoulement – Secteur Lac Osisko (Gouvernement du Québec, 2023)

5.3 RÉSULTATS DU BILAN HYDRIQUE ANNUEL

Le tableau 5-1 présente le bilan pour une année de précipitations moyennes. La carte 4 illustre ce bilan pour une année de précipitations moyennes. Les paramètres du bilan ont été déterminés de la manière suivante :

- Précipitations totales sur le bassin versant et précipitations directes sur le lac: il s’agit de la hauteur de précipitations (pluie et neige combinées) pour une année moyenne à la station météorologique Rouyn, soit 872 mm;
- Ruissellement provenant du bassin versant : il s’agit de la hauteur de précipitations annuelle multipliée par le coefficient de ruissellement pondéré du bassin versant, soit 0,49 (section 3.5);
- Apports estimés de la nappe phréatique : il s’agit de la portion des précipitations infiltrées dans le sol du bassin versant. Celles-ci se calcule en soustrayant des précipitations (soit 872 mm) le ruissellement du bassin versant (427 mm), l’évapotranspiration sur le bassin versant (tiré de l’Atlas hydrologique du Canada, 1978b) soit 390 mm, ce qui laisse 55 mm disponible pour l’infiltration. Cette valeur, inférieure à 100 mm/an, est de l’ordre de grandeur indiquée à la section 5.2;
- Apports totaux au lac : précipitations directes sur le lac + ruissellement du bassin versant + apports de la nappe phréatique;

- Évaporation à la surface du lac : cette valeur est tirée de l'Atlas hydrologique du Canada (1978) soit 480 mm;
- Le volume d'écoulement à l'émissaire du lac est la différence entre le volume d'apport total au lac et le volume évaporé à la surface du lac;
- Pertes totales au lac : pertes par évaporation de la surface du lac + écoulement à l'émissaire du lac.

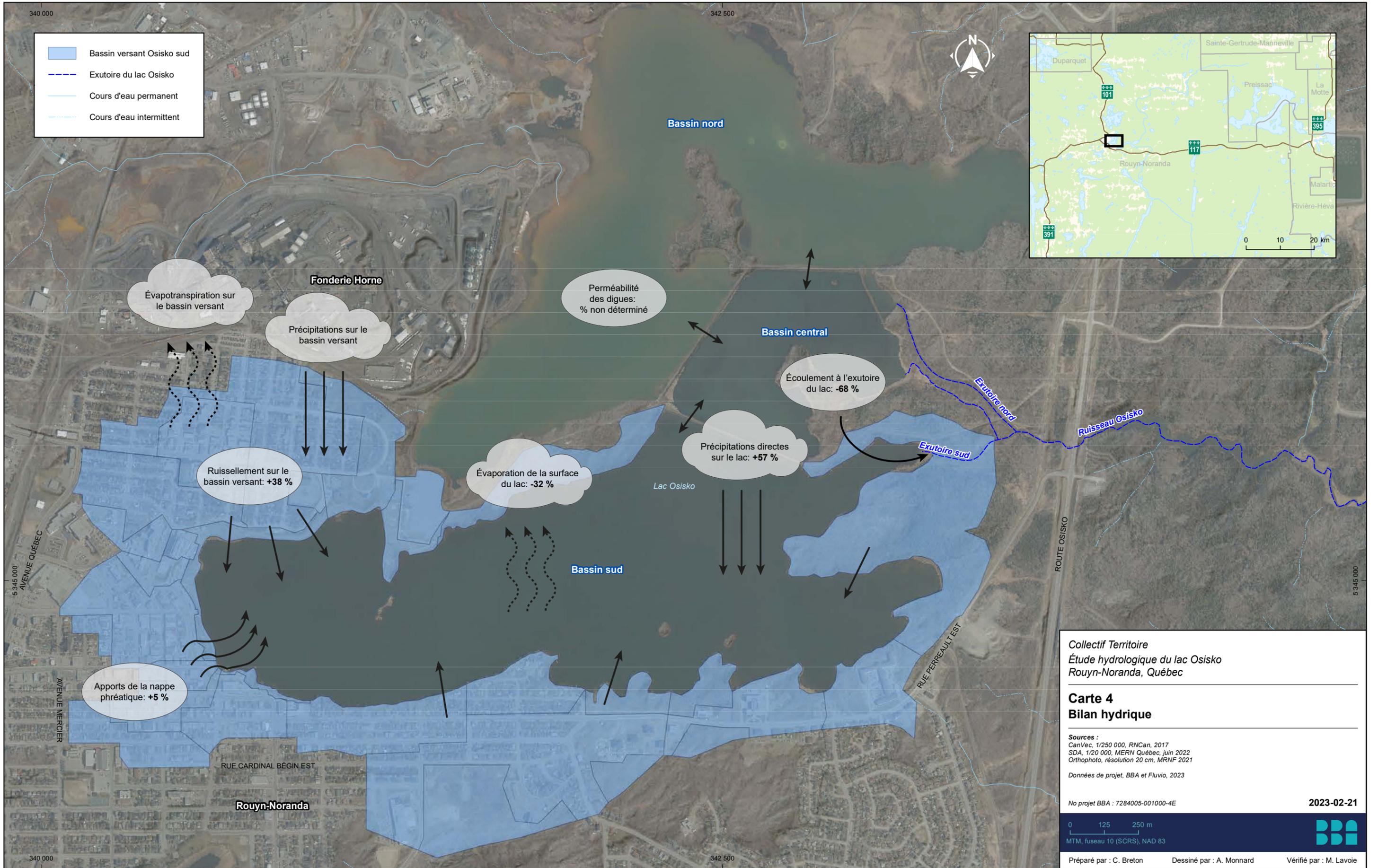
Il est important de garder en tête qu'il s'agit d'un bilan approximatif visant à offrir un portrait des sources et pertes d'eau sur une année complète.

Selon les estimations du tableau 5-1, une proportion de 38% des apports en eaux au lac provient du ruissellement sur le bassin versant. Environ 50 % du volume des précipitations totales sur le bassin versant prendront le chemin de l'émissaire du lac. Le volume sortant du lac représente un débit moyen annuel de 14 l/s/km².

Le bilan a aussi été estimé pour des années sèches ou humides. Lors des années plus humides (comme l'année 2022), la proportion du débit relâché à l'exutoire augmentera à 61%, alors qu'elle diminuera à 43% pour les années plus sèches (comme l'année 2007). Il y aura donc un renouvellement plus rapide de l'eau du lac lors des années de plus fortes précipitations.

Tableau 5-1 : Bilan hydrique annuel du bassin sud du lac Osisko – année de précipitations normales

Sources des apports et pertes	Hauteur d'eau (mm)	Superficie applicable (km ²)	Volume (hm ³)	% des apports / pertes
Précipitations totales sur le bassin versant	872	4,044	3,53	-
Apports au lac				
Précipitations directes sur le lac	872	1,727	1,51	57
Ruissellement provenant du bassin versant	427	2,317	0,99	38
Apports estimés de la nappe phréatique	54,7	2,317	0,13	5
Apports totaux au lac	-	-	2,62	-
Sorties du lac				
Évaporation à la surface du lac	480	1,727	0,83	32
Écoulement à l'émissaire du lac	-	-	1,79	68
Pertes totales au lac	-	-	2,62	-



Collectif Territoire
 Étude hydrologique du lac Osisko
 Rouyn-Noranda, Québec

Carte 4
Bilan hydrique

Sources :
 CanVec, 1/250 000, RNCan, 2017
 SDA, 1/20 000, MERN Québec, juin 2022
 Orthophoto, résolution 20 cm, MRNF 2021

Données de projet, BBA et Fluvia, 2023

No projet BBA : 7284005-001000-4E 2023-02-21

0 125 250 m
 MTM, fuseau 10 (SCRS), NAD 83

Préparé par : C. Breton Dessiné par : A. Monnard Vérifié par : M. Lavoie

Fichier : 7284005_001000_4E_D30_0004_R00.mxd

5.4 VARIATIONS DU NIVEAU DU LAC

Des mesures du niveau d'eau des trois bassins composant le lac Osisko, pour la période du 21 août au 9 novembre 2018, ont été fournies par Glencore. Les niveaux d'eau ont été enregistrés à un intervalle de 5 minutes à l'aide de sondes à pression. Un arpentage a été réalisé afin de référencer verticalement les sondes et les niveaux d'eau. La figure 5-1 présente la variation des niveaux d'eau durant la période de mesure et y superpose les hauteurs de précipitations quotidiennes enregistrées à la station météorologique de Rouyn.

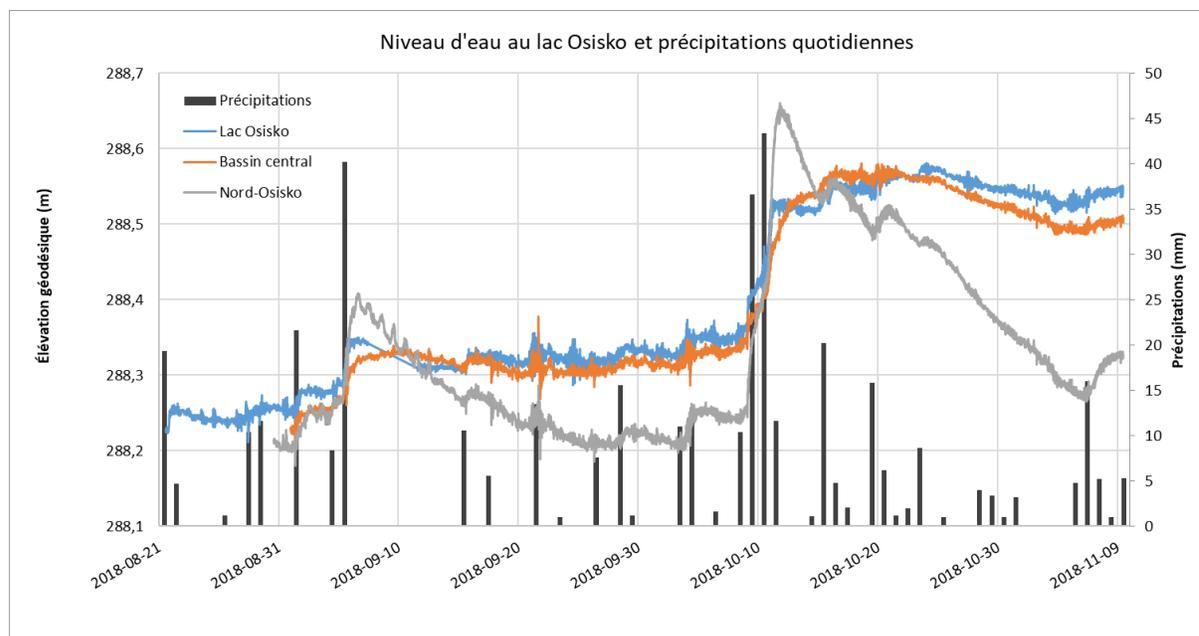


Figure 5-4 : Niveau d'eau du lac Osisko et précipitations quotidiennes – Période du 21 août au 9 novembre 2018 (Source : Glencore)

Ces données permettent d'observer la réaction hydrologique du lac suite aux précipitations, d'apprécier la gamme de variation du niveau d'eau durant cet intervalle de trois mois et de comparer les élévations respectives des trois bassins. Les données disponibles permettent de faire les observations suivantes :

- Le niveau d'eau du bassin sud du lac Osisko a varié entre 288,22 m et 288,58 m durant la période de mesure, donc sur une plage d'environ 0,36 m;
- Les niveaux d'eau des bassins sud et central ont varié de manière similaire, l'écart entre les niveaux d'eau de ces deux bassins étant demeuré entre 0,06 m et -0,03 m (niveau du bassin sud – niveau du bassin central);
- Le niveau d'eau du bassin sud a réagi significativement aux précipitations de plus de 10 mm. La réaction du niveau d'eau du bassin sud est très rapide, dans les 24 heures, alors que celle du bassin central est un peu plus progressive;
- Suite à l'événement de pluie des 10 et 11 octobre 2018, le niveau d'eau du bassin sud plafonne à environ 288,5 m, ce qui laisse un doute sur la validité de cette mesure

(l'instrument pourrait avoir été déplacé). La hausse de niveau du bassin nord est beaucoup plus marquée;

- Le niveau du bassin nord s'est comporté de manière différente, son niveau étant généralement plus bas que celui des deux autres bassins, l'écart atteignant 0,26 m au début novembre, mais lors des pointes de crues, le niveau du bassin nord a dépassé celui des deux autres bassins pendant quelques jours;
- Le bassin nord réagit également très rapidement aux précipitations.

Ces observations durant une période limitée à trois mois permettent de poser quelques hypothèses et apportent des interrogations :

- La réaction rapide du niveau d'eau du bassin sud suite aux précipitations est due au fait qu'une importante superficie du bassin versant est occupée par le lac lui-même et à la forte urbanisation de son bassin versant. Dans la zone urbanisée, une grande proportion des surfaces sont imperméabilisées et les eaux sont acheminées rapidement vers le lac par un réseau d'égoûts pluviaux, sans rétention dans le bassin versant par des milieux naturels;
- Le niveau d'eau similaire des bassins sud et central peut s'expliquer de deux façons : (1) comme mentionné à la section 3.1.2, ils semblent partager le même contrôle hydraulique en aval, (2) il est possible que la digue qui sépare ces deux bassins soit relativement perméable, ce qui permettrait au niveau d'eau de s'équilibrer de part et d'autre. L'hypothèse la plus probable est une combinaison de ces deux hypothèses;
- Le niveau du bassin nord baisse beaucoup plus rapidement que celui des deux autres bassins, ce qui laisse croire qu'il pourrait y avoir du prélèvement d'eau dans ce bassin ou une gestion des eaux ou encore des conditions hydrauliques différentes en aval. La raison de ce comportement demeure à vérifier avec plus de données;
- Le fait que le niveau d'eau soit généralement plus bas dans le bassin nord fait en sorte que s'il existe des échanges d'eau à travers les digues en raison d'une perméabilité relativement élevée, elle se fera surtout en direction du bassin nord. Toutefois, les mesures de niveau d'eau ne sont disponibles que pour une période de trois mois et il est difficile de généraliser avec si peu de données;
- Selon le contexte hydrologique de l'année 2018, le niveau d'eau du mois d'août devait se situer un peu plus bas que la normale pour ce temps de l'année, alors que septembre et surtout octobre ont reçu beaucoup de pluies, donc le niveau d'eau était représentatif de conditions automnales humides.

Une vérification sommaire de la validité du coefficient de ruissellement estimé, qui s'élève à 0,70 pour le bassin versant et le lac, a été réalisée sur la base de deux événements de pluie :

- L'événement des 4 et 5 septembre 2018 a apporté 48,6 mm de précipitations et a rehaussé le niveau du bassin sud 0,06 m. Le volume total de la précipitation sur le bassin versant réparti sur la superficie du lac (en appliquant un facteur de 0,7 sur le volume) représente une hauteur de 0,08 m, sans considérer l'effluent, ce qui est cohérent;
- L'événement du 8 au 11 octobre 2018 a apporté 102 mm de précipitations et a rehaussé le niveau du bassin sud 0,18 m. Le volume total de la précipitation sur le

bassin versant réparti sur la superficie du lac représente une hauteur de 0,17 m, sans considérer l'effluent, ce qui est également proche du rehaussement observé.

Il est à noter qu'il existe une certaine incertitude sur les niveaux d'eau présentés. D'ailleurs une des trois sondes (celle du bassin nord) ayant fait l'objet de trois arpentages semble s'être déplacée de 6 cm en élévation au cours de la période de mesure. L'élévation des deux autres sondes n'a pas été relevée à la fin de la période d'opération.

La plage de variation du niveau du lac ne peut être évaluée pour une année complète étant donné qu'aucunes données ne sont disponibles pour la période printanière et le manque d'information sur les caractéristiques de l'émissaire du lac (notamment la relation niveau-débit). Des conditions normales à humides pour la période automnale voient le niveau du lac varier entre 288,22 m et 288,58 m, tel qu'observé en 2018.

5.5 TEMPS DE RÉTENTION DES EAUX

Le temps de rétention (ou de renouvellement) des eaux du lac Osisko est fonction du volume du lac et du volume d'eau qui y transite.

Le volume du lac est estimé à 7,30 hm³, sur la base des données bathymétriques actuellement disponibles. Toutefois, ce volume pourra varier de ±1,72 hm³ (soit 24 %) si on considère une plage de variation de niveau d'eau maximale de 1 m.

Les apports en eau varient selon les conditions hydrologiques, pour une année normale, sèche ou humide. Le tableau 5-2 présente le volume des apports et le temps de renouvellement des eaux du lac en fonction des conditions hydrologiques. Il varie entre 2,0 et 3,4 ans, étant en moyenne de 2,8 ans.

Tableau 5-2 : Temps de renouvellement des eaux du bassin sud du lac Osisko en fonction des conditions hydrologiques

Conditions hydrologiques	Volume annuel des apports (hm ³)	Taux de renouvellement des eaux (ans)
Normales	2,622	2,8
Sèches	2,149	3,4
Humides	3,593	2,0

Note : Calcul basé sur un volume de lac de 7,30 hm³.

5.6 DISCUSSION SUR L'ÉTANCHÉITÉ DES DIGUES

À ce jour, aucune information précise sur la configuration et la composition des digues composant le bassin central du lac Osisko n'a pu être obtenue. Selon des informations obtenues par le Collectif Territoire auprès de la Fonderie Horne (courriel personnel à Andréane Garant), les digues ont été construites à partir de scories déversées sur le fond argileux du lac qui se sont enfoncées sur presque toute l'épaisseur de la couche d'argile, soit 31 pieds (9,5 m). Le degré de perméabilité de ces digues, et donc leur propension à laisser passer de l'eau et des contaminants d'un bassin du lac Osisko à l'autre, n'est pas connue.

La perméabilité des digues dépendra notamment des éléments suivants :

- Leur composition : le type de matériaux, la granulométrie, le degré de compaction;
- La présence d'un noyau étanche ou d'une membrane sur les faces;
- L'épaisseur et la hauteur de la digue;
- La nature du sol de fondation (car les échanges d'eau peuvent aussi se faire par-dessous la digue);
- Le gradient hydraulique, qui est principalement fonction de la différence de niveau d'eau de part et d'autre.

Selon les observations de la section 5.4 portant sur les variations de niveau d'eau des bassins, **les bassins sud et central ont des niveaux d'eau similaires**. Trois situations peuvent expliquer cette observation : (1) les deux plans d'eau ont le même contrôle hydraulique en aval, leurs eaux communiquent par leur émissaire et le niveau d'eau est donc équilibré, (2) la digue entre les deux plans d'eau est très perméable et permet d'atteindre l'équilibre de niveau d'eau assez rapidement, (3) une combinaison des situations 1 et 2. Une caractérisation des émissaires des bassins jusqu'à la rencontre des contrôles hydrauliques en aval permettrait de fournir des réponses à cette question.

Une différence de niveau d'eau significative a été observée entre les bassins central et nord en 2018. Selon les données très partielles ayant été obtenues, le niveau du bassin central est généralement plus élevé (jusqu'à 0,26 m) que celui du bassin nord, ce qui crée des conditions favorables à un écoulement à travers la digue vers le bassin nord. Dans ce cas-ci, il serait également important de comprendre l'hydraulique des émissaires de ces deux bassins afin d'identifier où se situent les contrôles hydrauliques et si leurs niveaux sont indépendants.

Il y aurait aussi lieu de vérifier les informations disponibles sur la qualité de l'eau de part et d'autre des digues afin d'évaluer s'il y a migration de polluants à travers la digue, en particulier entre le bassin nord qui semble plus contaminé et le bassin central.

Finalement, une nouvelle campagne de mesure des niveaux d'eau des trois bassins du lac Osisko sur une période prolongée permettrait de mieux évaluer le gradient hydraulique entre les bassins.

Dans l'éventualité où il y aurait une perméabilité importante de la digue qui apporterait des enjeux pour la qualité de l'eau du bassin sud, il pourrait être envisagé d'imperméabiliser les digues. Compte tenu des investissements majeurs que demande ce type de travaux, ceux-ci devraient être justifiés par des études complémentaires démontrant la nécessité et l'efficacité de ces interventions. Les travaux requis pourraient consister en une reconstruction complète, l'ajout d'un écran d'étanchéité sur les faces ou l'ajout d'un noyau central étanche.

6 EFFETS ANTICIPÉS DES CHANGEMENTS CLIMATIQUES

À retenir dans cette section

Les tendances climatiques pour la région du lac Osisko sont une augmentation importante des températures et une augmentation plus modérée des précipitations totales annuelles. Les courbes IDF élaborées pour le climat futur indiquent une augmentation importante de l'intensité des précipitations liquides, ce qui signifie une augmentation de la sévérité des précipitations extrêmes.

Ces changements climatiques se traduiront, sur le régime hydrique, par une augmentation de l'hydraulicité hivernale et une réduction de celle-ci en période estivale. Ainsi, les étiages estivaux seront plus sévères, alors que ceux de l'hiver auront tendance à être moins marqués.

Les effets anticipés de ces changements sont une diminution du taux de renouvellement des eaux du lac pendant la période estivale, une augmentation de la température de l'eau en été et une augmentation du risque de débordement du réseau d'égout en raison de l'augmentation des intensités de pluies.

6.1 TENDANCES CLIMATIQUES

6.1.1 Température et précipitations

Les tendances climatiques modélisées pour le Canada peuvent être consultées sur le portail de DonnéesClimatiques.ca (Données climatiques Canada. 2023). Il permet de consulter les valeurs de différents indices climatiques sur une grille spatiale, de sélectionner les scénarios d'émission et les horizons de temps.

Les tendances climatiques pour le secteur « Lac Osisko » ont été extraites pour les variables « Température moyenne » et « Précipitations totales ». Les valeurs modélisées sont présentées aux tableaux 6-1 et 6-2. Elles sont également illustrées aux figures 6-1 et 6-2. Les tendances sont présentées pour trois scénarios d'émissions de gaz à effet de serre (faibles, modérées et élevées). Seules les valeurs médianes sont présentées, et elles sont calculées sur une période de 30 années. Les années 1971 à 2000 constituent la période de référence.

La température moyenne annuelle, qui était de 1,8 degrés de 1971 à 2000, augmentera minimalement de +2,2 °C pour l'horizon 2021-2051 avec de faibles émissions, et de +6,8 °C pour l'horizon 2071-2100 et des émissions élevées.

Les précipitations totales annuelles, évaluées à 846 mm pour la période de 1971 à 2000, augmenteront minimalement de +73 mm pour l'horizon 2021-2051 avec de faibles émissions, et de +159 mm pour l'horizon 2071-2100 et des émissions élevées.

Globalement, les hausses de températures seront importantes, mais les précipitations totales augmenteront de manière modérée. Par contre, il faut garder en tête qu'il s'agit de moyennes annuelles et il est possible de connaître des événements extrêmes plus accentués avec le réchauffement du climat. Les courbes IDF (section 4.5) pourront fournir des paramètres pour tenir compte des événements extrêmes.

Tableau 6-1 : Tendances climatiques pour la température moyenne annuelle au Lac Osisko

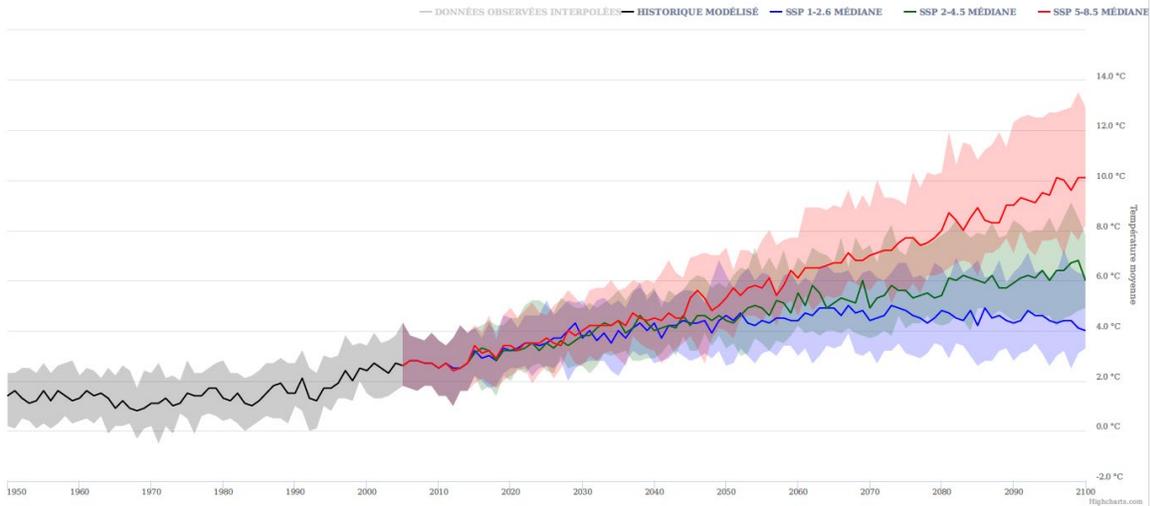
Période (années)	Température moyenne annuelle / Écart 1971-2000 (°C)		
	SSP 1-2.6 (Faibles émissions)	SSP 2-4.5 (Émissions modérées)	SSP 5-8.5 (Émissions élevées)
1971-2000	1,8		
2021-2051	4,0 / +2,2	4,1 / +2,3	4,4 / +2,7
2041-2070	4,5 / +2,8	4,9 / +3,2	5,9 / +4,1
2071-2100	4,6 / +2,8	5,8 / +4,0	8,6 / +6,8

Note : Valeurs médianes – Modèle CMIP6

Tableau 6-2 : Tendances climatiques pour les précipitations totales annuelles au Lac Osisko

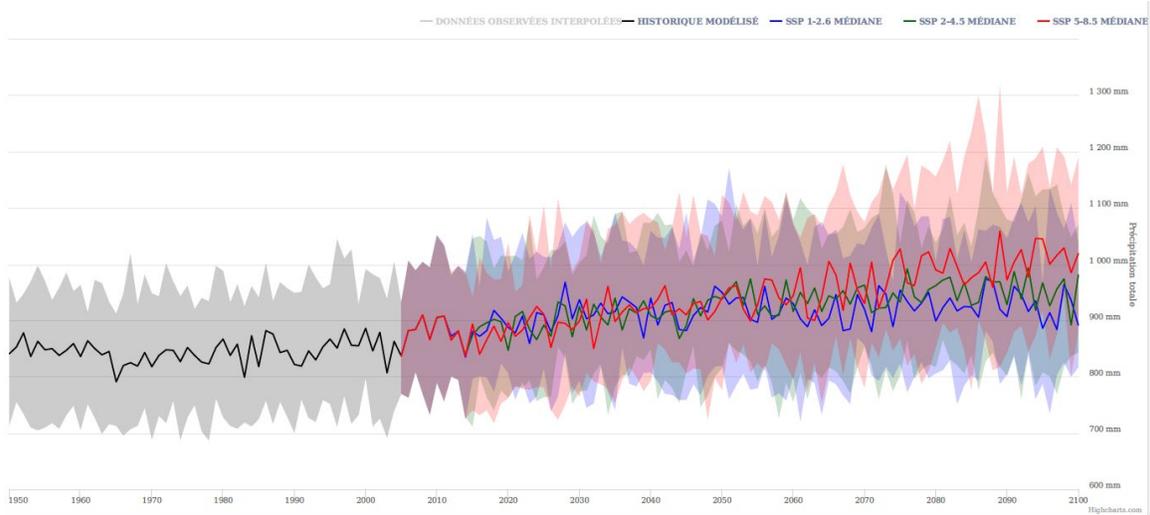
Période (années)	Précipitation totale annuelle / Écart 1971-2000 (mm)		
	SSP 1-2.6 (Faibles émissions)	SSP 2-4.5 (Émissions modérées)	SSP 5-8.5 (Émissions élevées)
1971-2000	846		
2021-2051	921 / +73	908 / +67	921 / +70
2041-2070	917 / +71	935 / +81	943 / +98
2071-2100	931 / +80	952 / +101	1008 / +159

Note : Valeurs médianes – Modèle CMIP6



Source : Données climatiques Canada. 2023

Figure 6-1 : Tendances climatiques pour la température moyenne annuelle au Lac Osisko



Source : Données climatiques Canada. 2023

Figure 6-2 : Tendances climatiques pour les précipitations totales annuelles au Lac Osisko

6.1.2 Courbes IDF

Les tableaux 6-3 à 6-6 présentent des valeurs tirées des courbes IDF modifiées pour tenir compte de l'effet des changements climatiques sur les intensités et les quantités de pluie. Les changements climatiques ont intensifié les événements pluvieux extrêmes en Amérique du Nord et cette intensification devrait se poursuivre à l'avenir.

Les courbes IDF de la station retenue (section 4.5.) ont été ajustées en fonction de l'emplacement, de la période et du scénario d'émission. Ces courbes IDF de longue durée ont été obtenues sur le portail de Données climatiques Canada (2023).

Par rapport aux courbes IDF pour le climat actuel à la station de Kirkland Lake CS, les courbes pour le climat futur représentent des hausses de l'ordre de 25% à 30% pour le scénario d'émissions modérées et de 30% à 55% pour le scénario d'émissions élevées.

Tableau 6-3 : Courbes IDF – Quantité de pluie (en mm) par période de retour – Station Kirkland Lake CS (6074211) – Horizon 2051-2080 – Émissions modérées (SSP 2-4.5)

Durée	2	5	10	25	50	100
5 min	9,6	13,3	15,8	18,8	21,2	23,4
10 min	14,7	19,5	22,7	26,7	29,7	32,7
15 min	18,5	24,5	28,8	33,8	37,8	41,5
30 min	22,5	29,5	34,5	40,5	45,0	49,5
1 h	26,0	35,0	41,0	49,0	54,0	60,0
2 h	30,0	42,0	50,0	60,0	66,0	74,0
6 h	42,0	54,0	60,0	72,0	84,0	90,0
12 h	48,0	60,0	72,0	72,0	84,0	96,0
24 h	48,0	72,0	72,0	96,0	96,0	120,0

Source : <https://donneesclimatiques.ca/ressource/donnees-idf-et-changements-climatiques/>

Tableau 6-4 : Courbes IDF – Quantité de pluie (en mm) par période de retour – Station Kirkland Lake CS (6074211) - Horizon 2051-2080 – Émissions élevées (SSP 5-8.5)

Durée	2	5	10	25	50	100
5 min	10,5	14,6	17,3	20,7	23,2	25,7
10 min	16,0	21,3	24,8	29,3	32,7	35,8
15 min	20,25	27	31,5	37,25	41,5	45,5
30 min	24,5	32,5	38	44,5	49,5	54
1 h	28	38	45	53	60	66
2 h	34	46	54	66	74	80
6 h	48	60	66	78	90	96
12 h	48	60	72	84	96	108
24 h	48	72	96	96	120	120

Source : <https://donneesclimatiques.ca/ressource/donnees-idf-et-changements-climatiques/>

Tableau 6-5 : Courbes IDF – Quantité de pluie (en mm) par période de retour – Station Kirkland Lake CS (6074211) - Horizon 2071-2100 – Émissions modérées (SSP 2-4.5)

Durée	2	5	10	25	50	100
5 min	10,0	13,8	16,4	19,6	22,0	24,4
10 min	15,2	20,3	23,7	27,8	31,0	34,0
15 min	19,3	25,5	30,0	35,3	39,3	43,3
30 min	23,5	31,0	36,0	42,0	46,5	51,5
1 h	27,0	36,0	43,0	51,0	57,0	62,0
2 h	32,0	44,0	52,0	62,0	70,0	76,0
6 h	42,0	54,0	66,0	78,0	84,0	96,0
12 h	48,0	60,0	72,0	84,0	96,0	96,0
24 h	48,0	72,0	96,0	96,0	96,0	120,0

Source : <https://donneesclimatiques.ca/ressource/donnees-idf-et-changements-climatiques/>

Tableau 6-6 : Courbes IDF – Quantité de pluie (en mm) par période de retour – Station Kirkland Lake CS (6074211) - Horizon 2071-2100 – Émissions élevées (SSP 5-8.5)

Durée	2	5	10	25	50	100
5 min	12,0	16,7	19,8	23,7	26,5	29,4
10 min	18,3	24,5	28,5	33,5	37,3	41,0
15 min	23,0	30,8	36,0	42,5	47,3	52,3
30 min	28,0	37,0	43,0	50,5	56,5	62,0
1 h	32,0	44,0	51,0	61,0	68,0	75,0
2 h	38,0	54,0	62,0	74,0	84,0	92,0
6 h	54,0	66,0	78,0	90,0	102,0	114,0
12 h	60,0	72,0	84,0	96,0	108,0	120,0
24 h	72,0	96,0	96,0	120,0	120,0	144,0

Source : <https://donneesclimatiques.ca/ressource/donnees-idf-et-changements-climatiques/>

6.1.3 Régime hydrique

L'Atlas hydroclimatique décrit le régime hydrique actuel et futur du Québec méridional dans le but de soutenir la mise en œuvre de pratiques de gestion de l'eau résilientes aux changements climatiques. Des indicateurs hydrologiques (crue, étiage, etc.) ont été calculés pour la période historique (1981 à 2010) et estimés pour le climat futur avec l'impact des changements climatiques, pour près de 10 000 tronçons de rivières jaugés et non jaugés (MELCCFP, 2022).

Afin d'obtenir un portrait des changements que pourraient connaître le lac Osisko, cinq indicateurs ont été consultés : l'hydraulicité (moyenne), le débit journalier de crue 2 ans (printemps et été-automne) et le débit d'étiage 7 jours de récurrence 2 ans (Q_{2-7}) (estival et hivernal). Les tendances pour ces indicateurs et l'amplitude attendue de ces changements sont détaillées aux tableaux 6-7 à 6-10. Les résultats ont été extraits pour un cours d'eau représentatif de la région du lac Osisko (l'émissaire du lac Marillac) dont le bassin versant a une superficie de 52 km². La période de référence pour ces indicateurs est de 1981 à 2010.

Le débit moyen annuel augmentera de l'ordre de 2,7 à 5,4 %, selon les scénarios d'émissions et l'horizon temporel. Ceci représente une légère augmentation de l'hydraulicité de manière globale. Il y aura cependant des variations de tendances durant l'année, avec des crues et des étiages plus marqués. Le débit moyen du mois de janvier augmentera significativement, de 13,7 % à 88,3 %, alors que celui du mois de juillet diminuera, de 5,0 % à 28,9 %.

Les débits de crue d'une récurrence de 2 ans augmenteront pour la période printanière, jusqu'à 8,7 %. L'augmentation sera plus marquée pour la période de l'été et de l'automne, avec des crues de 7,1 à 12,4 % plus fortes.

Les débits d'étiage estival Q₂₋₇ pourraient être réduits de manière significative, de 10,6 % à 45,6 % selon les scénarios et l'horizon temporel. À l'inverse, les étiages hivernaux Q₂₋₇ connaîtront une augmentation de l'ordre de 5,6 % à 17,8 %.

Tableau 6-7 : Effet des changements climatiques sur le régime hydrique de la région de Rouyn-Noranda – Débit moyen annuel

Période (années)	RCP 4.5 (Émissions modérées)		RCP 8.5 (Émissions élevées)	
	Tendance	Ampleur (%)	Tendance	Ampleur (%)
1981-2010	Période de référence			
2011-2040	Augmentation probable	+4,0	Augmentation probable	+2,7
2041-2070	Augmentation probable	+2,6	Augmentation probable	+5,4
2071-2100	Augmentation probable	+4,4	Absence de consensus	+4,5

Note : Valeurs modélisées pour l'émissaire du lac Marillac.

Tableau 6-8 : Effet des changements climatiques sur le régime hydrique de la région de Rouyn-Noranda – Débit moyen des mois de janvier et juillet

Période (années)	Janvier				Juillet			
	RCP 4.5 (Émissions modérées)		RCP 8.5 (Émissions élevées)		RCP 4.5 (Émissions modérées)		RCP 8.5 (Émissions élevées)	
	Tendance	Ampleur (%)	Tendance	Ampleur (%)	Tendance	Ampleur (%)	Tendance	Ampleur (%)
1981-2010	Période de référence							
2011-2040	Augmentation probable	+13,7	Augmentation très probable	+15,1	Absence de consensus	-5,0	Absence de consensus	-8,0
2041-2070	Augmentation très probable	+29,5	Augmentation très probable	+42,9	Diminution probable	-8,9	Diminution probable	-18,0
2071-2100	Augmentation très probable	+37,6	Augmentation très probable	+88,3	Diminution probable	-14,3	Diminution probable	-28,9

Note : Valeurs modélisées pour l'émissaire du lac Marillac.

Tableau 6-9 : Effet des changements climatiques sur le régime hydrique de la région de Rouyn-Noranda – Débit journalier de crue 2 ans

Période (années)	Printemps				Été-automne			
	RCP 4.5 (Émissions modérées)		RCP 8.5 (Émissions élevées)		RCP 4.5 (Émissions modérées)		RCP 8.5 (Émissions élevées)	
	Tendance	Ampleur (%)	Tendance	Ampleur (%)	Tendance	Ampleur (%)	Tendance	Ampleur (%)
1981-2010	Période de référence							
2011-2040	Absence de consensus	+3,0	Augmentation probable	+7,0	Augmentation probable	+9,8	Augmentation probable	+8,2
2041-2070	Absence de consensus	+3,4	Augmentation probable	+8,7	Augmentation probable	+9,8	Augmentation probable	+12,4
2071-2100	Absence de consensus	+5,9	Absence de consensus	-0,6	Absence de consensus	+7,7	Absence de consensus	+7,1

Note : Valeurs modélisées pour l'émissaire du lac Marillac.

Tableau 6-10 : Effet des changements climatiques sur le régime hydrique de la région de Rouyn-Noranda – Étiage Q₂₋₇

Période (années)	Estival				Hivernal			
	RCP 4.5 (Émissions modérées)		RCP 8.5 (Émissions élevées)		RCP 4.5 (Émissions modérées)		RCP 8.5 (Émissions élevées)	
	Tendance	Ampleur (%)	Tendance	Ampleur (%)	Tendance	Ampleur (%)	Tendance	Ampleur (%)
1981-2010	Période de référence							
2011-2040	Diminution probable	-10,6	Diminution probable	-12,7	Augmentation probable	+6,4	Augmentation probable	+5,6
2041-2070	Diminution probable	-18,2	Diminution très probable	-29,5	Augmentation probable	+9,6	Augmentation probable	+11,8
2071-2100	Diminution très probable	-24,8	Diminution très probable	-45,6	Augmentation probable	+12,4	Augmentation probable	+17,8

Note : Valeurs modélisées pour l'émissaire du lac Marillac.

6.2 EFFETS ANTICIPÉS

À la lumière des valeurs présentées à la section précédente, certains effets des changements climatiques sur le régime hydrique du lac Osisko peuvent être anticipés :

- L'augmentation des précipitations totales et de l'hydraulicité sur une base annuelle permettra de diminuer légèrement le temps de renouvellement des eaux du bassin sud. Toutefois, l'augmentation de l'hydraulicité se fera durant l'hiver, alors que les mois d'été verront plutôt une diminution des apports moyens et une accentuation importante des étiages estivaux;
- La diminution des apports moyens en eaux durant l'été et l'augmentation globale des températures pourrait augmenter la température de l'eau du lac;
- L'augmentation des intensités de pluie pourrait augmenter la fréquence des débordements d'eaux usées du réseau unitaire vers le réseau pluvial et le lac Osisko, et ainsi accélérer la dégradation du milieu hydrique.

Il s'agit des effets les plus évidents mais ceux-ci pourraient être accompagnés d'une multitude d'effets plus discrets, tels que l'augmentation de l'évaporation des eaux du lac, de l'évapotranspiration sur le bassin versant et des changements dans les variations saisonnières du niveau du lac.

7 BONNES PRATIQUES DE GESTION DES EAUX PLUVIALES

À retenir dans cette section

Le réseau d'égout pluvial de la zone urbaine bordant le lac Osisko est susceptible de rejeter une eau chargée d'une grande concentration de polluants et de déverser des surplus du réseau unitaire vers le lac Osisko durant les épisodes de fortes pluies.

Les pistes de solutions identifiées visent à réduire les charges de polluants transportées et les volumes par une gestion optimale des eaux pluviales. Les techniques applicables peuvent être structurales (bassins, marais, fossés, ouvrages d'infiltration, filtres et séparateurs) ou non-structurales (la planification de l'aménagement du territoire, le contrôle à la source, la réglementation).

7.1 PROBLÉMATIQUES LIÉES AUX EAUX PLUVIALES

Les **problématiques** identifiées au bassin sud du lac Osisko et mentionnées en introduction concernent principalement la qualité de l'eau et des sédiments. L'étude hydrologique a permis d'identifier que 38 % des apports en eaux au bassin sud du lac Osisko proviennent du réseau de drainage pluvial de la zone urbanisée de Rouyn-Noranda. Les sols y sont fortement imperméabilisés et les eaux de ruissellement rejetées au lac par **les égouts pluviaux sont susceptibles d'être chargées d'une grande concentration de polluants**. De plus, le réseau d'égout sanitaire est également susceptible **à des surverses vers le lac Osisko durant les épisodes de forte pluie**. La qualité des eaux déversées par les égouts de la zone urbaine vers le lac semble être une composante significative de l'eutrophisation accélérée du lac. Quoique les sources exactes des divers contaminants identifiés dans le lac ne soient pas identifiées, une approche de Pratiques et de Gestion Optimale (PGO) des eaux pluviales pourrait contribuer à réduire l'apport de contaminants au lac.

Il est à noter que, dans le cadre de cette étude hydrologique, les pratiques et la gestion actuelles de la ville de Rouyn-Noranda relativement aux eaux pluviales ne sont pas connues et que les solutions décrites dans les prochains paragraphes sont présentées à titre informatif, sans vouloir suggérer qu'elles ne sont pas déjà mises en pratique ou prévues.

L'urbanisation d'une proportion importante du bassin versant crée des conditions propices à l'apports de contaminants et de matières en suspension vers le lac, en raison notamment :

- Des vitesses d'écoulement élevées sur les surfaces imperméabilisées (rues, trottoirs, stationnement, toitures) et du transport efficace vers les égouts pluviaux des déchets et contaminants (hydrocarbures, sels de déglçage, poussières, etc.) déposés sur les surfaces imperméabilisées lors des fortes pluies et de la fonte des neiges;
- D'une faible infiltration dans le sol, réduisant ainsi la filtration naturelle qu'il pourrait opérer sur le ruissellement de surface;
- Du débordement occasionnel des égouts unitaires en raison de la concentration rapide des débits et de la surcharge engendrée lors de fortes pluies.

On peut donc identifier des **voies de solutions** en lien avec ces problématiques :

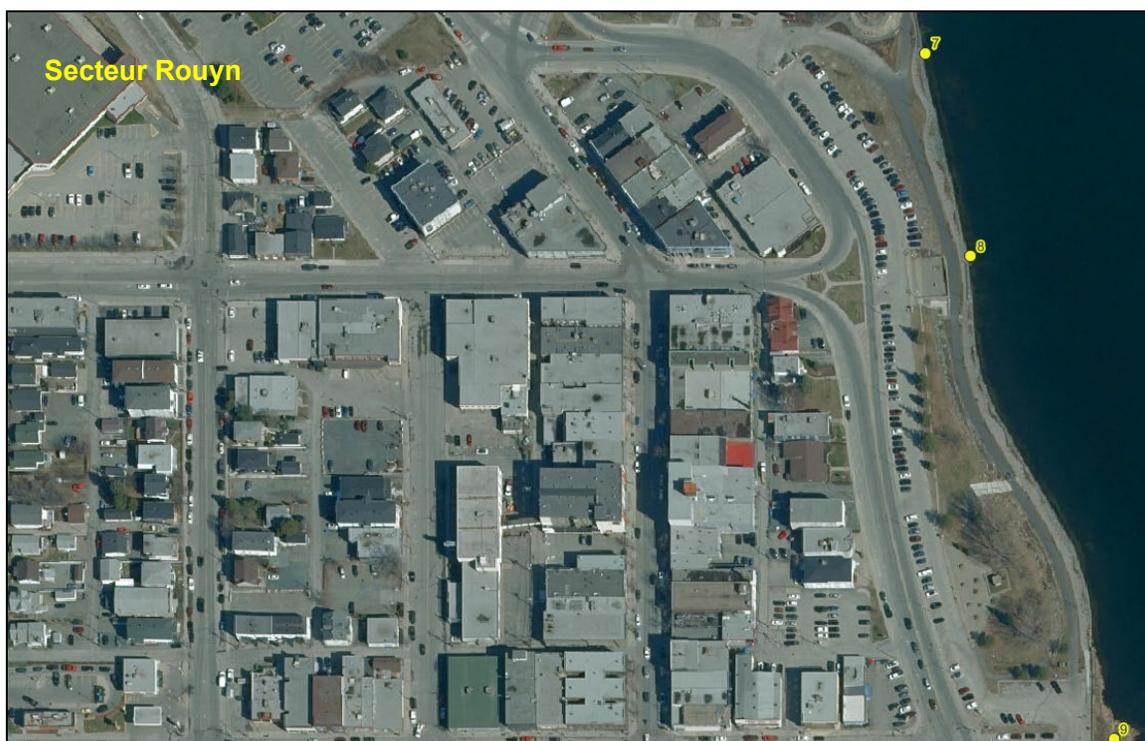
- Améliorer la qualité des eaux relâchées par le réseau d'égout pluvial à l'aide de techniques permettant l'enlèvement de polluants (par exemple la rétention et la décantation);
- Diminuer à la source les quantités d'eau vers le réseau pluvial en favorisant l'infiltration;
- Réduire le débit de pointe dans le réseau unitaire pour réduire les débordements, notamment par la rétention des eaux ou par la séparation des réseaux.

La partie du centre-ville de Rouyn-Noranda se drainant vers le lac Osisko est caractérisée par une très forte imperméabilisation des surfaces (figure 7-1 et carte 3): les rues y sont très larges (figure 7-2), la densité des bâtiments y est élevée, il y a peu d'espaces verts et d'arbres et les surfaces résiduelles servent majoritairement de stationnement. Il semble y avoir très peu d'espaces vacants pouvant laisser place à de nouveaux aménagements de gestion des eaux. Toutes modifications du drainage du centre-ville demanderont une planification à long terme et des investissements importants. Toutefois, la large emprise des rues est un avantage du fait qu'elle pourrait laisser place à des systèmes de gestion des eaux intégrés à la trame urbaine ne nuisant pas au trafic routier ni aux résidents. Tous travaux majeurs qui seront effectués sur les infrastructures urbaines (réfection de rues, d'égouts, d'aqueduc, de parcs, de stationnements, de bâtiments, etc.) seront une occasion d'intégrer ces systèmes.

Le *Guide de gestion des eaux pluviales* (MAMROT, 2016) traite des pratiques de gestion optimales (PGO). Ces pratiques peuvent être séparées en deux catégories, comme suit :

- Les **techniques structurales**, qui nécessitent la construction d'ouvrages de contrôle pour les réseaux de drainage. Les mécanismes qui entrent alors en jeu sont les suivants :
 - Décantation;
 - Filtration;
 - Infiltration;
 - Assimilation biologique par les plantes et la rétention à travers la végétation.
- Les **techniques non structurales**, qui agissent de manière préventive, par exemple :
 - La prise en compte dans l'aménagement du territoire;
 - L'utilisation de nouvelles techniques de pratiques de gestion pour l'entretien;
 - La réglementation.

De plus, la stratégie de contrôle de la quantité et de la qualité des eaux de ruissellement pourra viser des interventions à différents niveaux, comme illustré à la figure 7-3 : contrôles à la source, en réseau ou en fin de réseau. Les prochains paragraphes ne visent pas à fournir une liste exhaustive des techniques connues et éprouvées pour la gestion des eaux pluviales (à cet effet on pourra se référer à des ouvrages comme le *Guide de gestion des eaux pluviales*) mais plutôt à donner un aperçu des possibilités à explorer.



Source : ESRI Satellite

Figure 7-1 : Images satellites de secteurs urbanisés de Rouyn-Noranda se drainant vers le lac Osisko



Source : Google Earth

Figure 7-2 : Exemple des rues avec large chaussée de Rouyn-Noranda

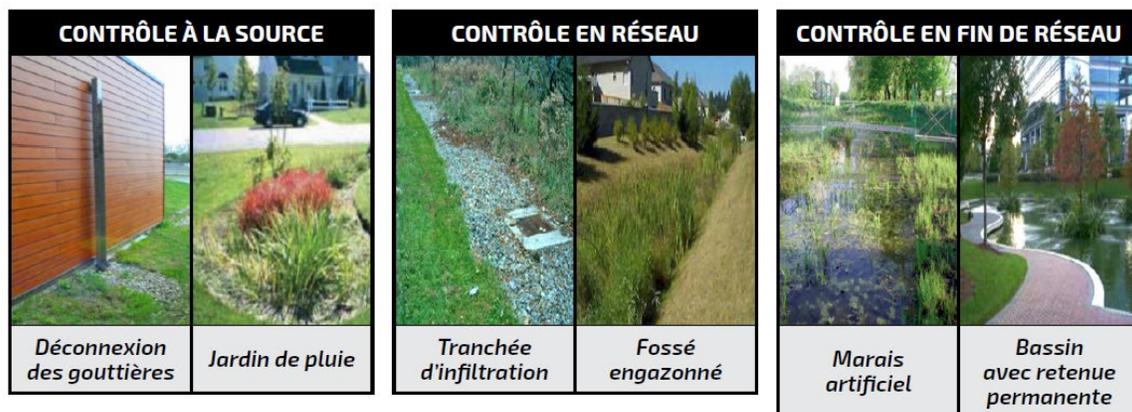


Figure 7-3 : Chaîne de traitement en milieu urbain (tiré de CERIU, 2023)

7.2 TECHNIQUES STRUCTURALES POUR LA GESTION DES EAUX PLUVIALES

Le tableau 11.1 tiré du *Guide de gestion des eaux pluviales* (voir annexe A) présente une classification des PGO qui illustre le grand nombre de **types de solutions (structurales) pouvant être mises de l'avant (bassins, marais, fossés, biorétention, ouvrages d'infiltration, filtres et séparateurs hydrodynamiques)**. Le choix des solutions les mieux adaptées se fera notamment en fonction des contraintes physiques (pente du terrain, espace disponible, etc.), du type de polluants et du pourcentage d'enlèvement des polluants visé. Dans plusieurs cas, divers polluants (comme les métaux) deviennent adsorbés ou attachés aux matières en suspension (MES), ce qui explique pourquoi les MES sont souvent utilisés comme un des indicateurs globaux permettant de qualifier le niveau de traitement des eaux pluviales (MAMROT, 2016).

Toutefois, chacune des méthodes présente des **avantages et inconvénients** et elles ne sont pas toutes adaptées à un site en particulier. À cet effet, le tableau 14.2 également tiré du *Guide de gestion des eaux pluviales* (voir annexe B) présente une liste s'appliquant à différents types de PGO. Les avantages concernent par exemple l'efficacité du retrait des polluants, l'aspect esthétique et la facilité d'intégration, la création d'habitat, la recharge de la nappe phréatique et la sécurité. Les inconvénients concernent notamment les coûts de construction, l'entretien requis, une capacité limitée, l'espace requis et les risques de nuisance par les odeurs.

Dans le cas particulier du lac Osisko, les solutions à mettre en place par la Ville et les partenaires du développement (promoteurs) afin de réduire les apports en contaminants et en MES par le réseau pluvial, s'ils sont jugés problématiques, devront faire l'objet d'études visant à identifier les méthodes applicables qui sont les plus avantageuses. Ces mesures devront être adaptées notamment au type de sol (possiblement peu perméable, avec présence d'argile et de roc), au climat froid de l'Abitibi et à la courte saison de croissance des plantes, à la trame urbaine très dense et au peu d'espace disponible.

Récemment, la **ville de Victoriaville** s'est dotée d'un « *Plan de diminution des charges et débits acheminés vers les cours d'eau par le contrôle à la source des eaux pluviales* » (WSP, 2022). Cette municipalité est bordée par le réservoir Beaudet, qui constitue sa source d'eau potable, mais qui reçoit des eaux du réseau pluvial. Ce réservoir connaît des problèmes de sédimentation et d'eutrophisation. De plus, dans un contexte de changements climatiques, la Ville appréhende une augmentation de la fréquence des débordements du réseau unitaire vers le réservoir Beaudet et les cours d'eau environnants. Tout comme Rouyn-Noranda, cette ville est caractérisée par des rues très larges, ce qui permet d'intégrer les systèmes de gestion des eaux à même l'emprise des rues. Par ce plan, la ville de Victoriaville vise à systématiser la mise en place d'ouvrages de gestion des eaux pluviales dans la **planification annuelle des travaux de voiries**. La ville a privilégié les infrastructures dites « vertes » en raison des avantages qu'elles apportent sur les autres systèmes, soit un verdissement du milieu et une augmentation de la biodiversité.

À titre d'exemple, la figure 7-4 illustre les solutions déjà mises en place par la ville de Victoriaville pour réduire à la source le débit et la charge des eaux pluviales au stationnement Pierre-Laporte. La figure 7-5 illustre différentes solutions mises en place, également à Victoriaville, à même l'emprise de la rue, en réduisant la largeur de la chaussée puis en utilisant l'espace libéré pour ajouter des fossés de biorétention ou du pavage perméable.

Le *Guide d'intégration de la gestion durable des eaux pluviales dans l'aménagement d'un site dans une approche urbanistique* du CERIU (2023) présente d'autres exemples d'infrastructures vertes implantées dans diverses régions du Québec.

La grande majorité des infrastructures vertes qui font parties des PGO permettent d'améliorer la gestion quantitative et qualitative des eaux pluviales pour les événements de pluie fréquents. Toutefois, seuls les grands bassins de rétention sont susceptibles d'avoir un effet notable sur les événements les plus intenses, notamment pour l'atténuation des débits de pointe. En particulier pour un réseau unitaire recevant à la fois des eaux domestiques et des eaux pluviales, il faut donc envisager de combiner différents types d'infrastructures, incluant la rétention par bassins fermés. La séparation des réseaux domestique et pluvial est également une bonne pratique pour réduire les débordements de l'unitaire.

Il est à noter que dans le cadre de la présente étude, il n'a pas été possible d'obtenir de l'information sur les systèmes de gestion des eaux pluviales dont la ville de Rouyn-Noranda s'est déjà dotée ou prévoit mettre en place à court ou moyen terme.



Sources : Google Earth et ville de Victoriaville

Figure 7-4 : Systèmes de gestion des eaux pluviales – Stationnement Pierre-Laporte – Biorétention et dalles alvéolées engazonnées

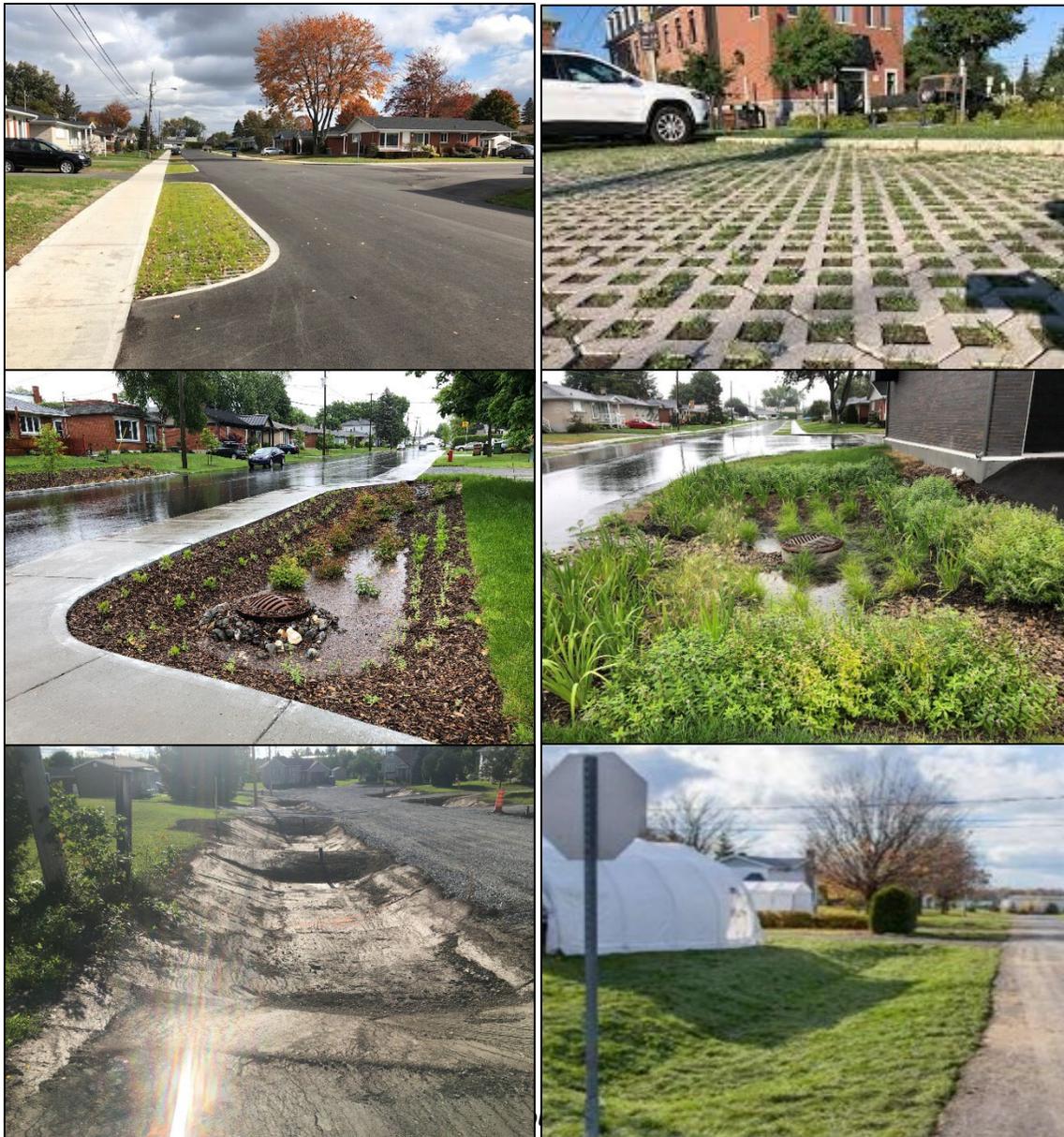


Figure 7-5 : Systèmes de biorétention intégrés à l'emprise de rue à Victoriaville

7.3 TECHNIQUES NON-STRUCTURALES POUR LA GESTION DES EAUX PLUVIALES

Parmi les mesures non-structurales, on inclut **la planification de l'aménagement du territoire et le contrôle à la source**, qui peuvent prendre une multitude de forme, comme illustré à la section précédente. S'ajoute aussi **la réglementation**, qui pourra notamment régir le développement urbain.

Il serait important d'inclure la gestion optimale des eaux pluviales dès la planification de l'aménagement d'un nouveau lotissement ou de travaux de réhabilitation des zones déjà développées. Cette planification pourrait viser à réduire les apports en eaux aux réseaux pluvial et unitaire en favorisant l'infiltration dans le sol et à effectuer une décantation pour en réduire la charge en contaminants avant le rejet au lac Osisko.

Par exemple, les principes d'un aménagement à faible impact (Low Impact Development – LID) reposent sur le contrôle à la source des eaux pluviales au moyen de micro-contrôles répartis sur l'ensemble du site. Cette pratique se distingue des approches traditionnelles qui consistent à gérer les eaux de ruissellement après les avoir acheminées vers de grandes installations situées à la limite inférieure des bassins versants (MAMROT, 2016). Les mesures prévues par la ville de Victoriaville citée en exemple à la section précédente sont de ce type.

Il est important de noter que la mise en place de plusieurs types d'ouvrages de gestion des eaux sont accompagnées d'une **amélioration de la qualité de l'environnement et du milieu de vie** par l'intégration de végétation à la trame urbaine et la création d'habitats. Pour illustrer ce point, la figure 7-6 permet de comparer une photographie d'une rue de la zone urbanisée de Rouyn-Noranda et un exemple de mise en place d'un fossé d'infiltration dans une zone urbanisée (ville de Rocklin, Californie).



Figure 7-6 : Exemple d'un fossé d'infiltration en zone urbaine (à gauche) qui pourrait potentiellement être mis en place dans certains quartiers urbanisés de Rouyn-Noranda (à droite)

Le **contrôle des polluants à la source** pourrait inclure, par exemple, un nettoyage plus fréquent des rues et des puisards, un meilleur contrôle du ruissellement sur les chantiers de construction, éliminer les raccordements illicites et revoir les procédures de nettoyages des stations de pompage pour éviter les déversements d'eaux usées. Un simple débranchement des gouttières de toit au réseau d'égout est une pratique permettant de réduire significativement les débits de pointe dans le réseau. Les pratiques de la ville de Rouyn-Noranda pourraient être évaluées afin d'établir si elles sont adéquates, mais cette information n'est pas disponible dans le cadre de la présente étude.

Afin de déterminer les méthodes de gestion des eaux pluviales les mieux adaptées, les plus efficaces pour réduire les apports de contaminants au lac et offrant le plus de bénéfices sur les investissements, des études spécifiques devront être réalisées.

A titre d'exemple, la **ville de Québec** s'est dotée d'une **réglementation** visant spécifiquement à protéger la qualité des plans d'eau lui servant de source d'eau potable. Le règlement de contrôle intérimaire (RCI) TCI 2019-91 édicte de nouvelles normes quant aux interventions humaines dans les bassins versants des prises d'eau potable installées dans la rivière Saint-Charles et la rivière Montmorency (Ville de Québec, 2023). Il est entré en vigueur le 22 mai 2019. Ses principales orientations sont les suivantes :

- Le maintien ou la plantation d'un nombre minimal d'arbres;
- Le contrôle de l'imperméabilisation pour les nouvelles constructions;

- La conservation de milieux naturels pour les futurs développements;
- Le raccordement à un réseau d'égouts et la dimension des terrains plus grande pour les futurs développements.

Le RCI introduit aussi le principe de « Rejet Zéro » : l'objectif est de maximiser la percolation et l'infiltration afin de contenir les eaux de ruissellement sur le terrain. Quoique la situation de ces deux bassins versant soit différente de celle du lac Osisko, cet exemple illustre bien la mise en place d'une réglementation visant la protection d'un plan d'eau à l'échelle du bassin versant.

Le Guide d'intégration de la gestion durable des eaux pluviales dans l'aménagement d'un site dans une approche urbanistique du CERIU (2023) traite en détails des stratégies pour la planification et la mise en place de réglementation visant une gestion optimale et durable des eaux pluviales.

8 SYNTHÈSE ET RECOMMANDATIONS

8.1 SYNTHÈSE DE L'ÉTUDE HYDROLOGIQUE

Le lac Osisko est un lac de tête se déversant, par le ruisseau Osisko, vers la rivière Kinojévis. Le lac original a perdu, dans les années 1960, une grande partie de sa superficie par la construction de digues visant à créer le bassin central, destiné à recevoir les eaux d'égout de Noranda. Le lac s'est vu scindé en trois bassins (nord, central et sud) et des exutoires ont été aménagés pour acheminer les eaux des bassins nord et sud vers le ruisseau Osisko. Une station d'épuration a été construite en 1998 et les eaux usées captées par les réseaux sanitaire et unitaire de la ville y sont depuis acheminées et traitées avant d'être retournées au ruisseau Osisko, en aval du lac. Le bassin central est devenu un refuge faunique et le bassin nord sert désormais de bassin de polissage pour les activités minières et industrielles.

Le bassin sud du lac Osisko fait l'objet du projet Lac Osisko du Collectif Territoire, qui vise à réhabiliter ce plan d'eau situé au cœur de la ville de Rouyn-Noranda. Il possède un petit bassin versant, qui couvre 4 km², dont 43 % de la superficie est occupée par le lac lui-même. La portion terrestre du bassin versant est fortement urbanisée, dans une proportion de 75 %. Les eaux de ruissellement de la zone urbaine sont captées par le réseau d'égout puis rejetées au bassin sud du lac Osisko par une vingtaine d'émissaires. Durant des périodes de fortes pluies, à la fonte des neiges, lors de problèmes d'équipements et lors du nettoyage printanier des postes de pompage, des eaux usées non-traitées sont déversées dans le bassin sud. La fréquence et le volume de ces déversements ne sont pas connues.

Le bilan hydrique indique que, généralement, 38% des apports en eaux au bassin sud du lac Osisko proviennent du ruissellement sur le bassin versant, 57% proviennent des pluies directes et potentiellement 5% pourraient venir de la nappe phréatique. La grande contribution des pluies directes et l'urbanisation du bassin versant en font un lac qui réagit rapidement aux événements de pluie. Il est peu profond, en moyenne 4 m, au maximum 8 m, et le temps de renouvellement des eaux est estimé à 2,8 ans, ce qui est relativement long pour un lac de la région.

Le niveau d'eau du bassin sud a varié de 0,36 m durant les trois mois de mesures disponibles à l'automne 2018, mais l'amplitude de variation du niveau du lac est assurément plus grande si on inclut la période d'étiage estival et la crue printanière. Le degré de perméabilité des digues ne peut être évalué sans informations sur leur configuration et leur composition, et on ne connaît pas la contribution des échanges d'eau à travers les digues dans le bilan hydrique. Toutefois le niveau d'eau, qui semble généralement plus élevé dans le bassin sud que dans les autres bassins, crée des conditions favorables à un écoulement en direction du bassin central et du bassin nord. Il faudrait cependant des mesures de niveau d'eau sur une plus longue période afin de mieux soutenir cette hypothèse.

Les tendances climatiques pour la région du lac Osisko sont une augmentation importante des températures et une augmentation plus modérée des précipitations totales annuelles. Les courbes IDF élaborées pour le climat futur indiquent une augmentation importante de l'intensité des précipitations liquides, donc une augmentation de la sévérité des événements de précipitations extrêmes. Ces changements climatiques se traduiront, sur le régime hydrique, par une augmentation de l'hydraulicité hivernale et une réduction de celle-ci en période estivale. Ainsi, les étiages estivaux seront plus sévères, alors que ceux de l'hiver auront tendance à être moins marqués. Les effets anticipés de ces changements climatiques sont une diminution du taux de renouvellement des eaux du lac pendant la période estivale, une augmentation de la température de l'eau en été et une augmentation du risque de débordement du réseau d'égout en raison de l'augmentation des intensités des précipitations.

Le bilan présenté est basé sur les données disponibles. En l'absence de données plus complètes, plusieurs hypothèses ont dû être posées, notamment sur la contribution de la nappe phréatique, sur l'étanchéité des digues et sur les apports en eau du réseau d'égout. La plage de variation du niveau d'eau du bassin sud n'a pu être évaluée. Plusieurs composantes du bilan hydrologique mériteront d'être vérifiées et validées par des mesures.

8.2 INFORMATIONS À COMPLÉTER RELATIVES AU BILAN HYDROLOGIQUE

L'étude hydrologique réalisée est basée sur les données actuellement disponibles. Elle a permis d'identifier les principales sources des apports et des sorties d'eaux du bassin sud du lac Osisko et de les quantifier sommairement. Toutefois **l'acquisition de données supplémentaires permettrait de mieux connaître et de mieux comprendre le comportement hydrologique du lac**. Elles seraient utiles, voire indispensables, à la prise de décision et/ou à la réalisation de certaines interventions visant à ralentir le vieillissement du bassin sud du lac Osisko.

Les informations manquantes ou à préciser concernent le volume et la fréquence des surverses, les niveaux d'eau des trois bassins, la configuration et la dynamique hydrique des émissaires du lac, la bathymétrie du lac, la perméabilité des digues séparant les bassins et les échanges avec la nappe phréatique. Ces informations pourraient être complétées par des relevés hydrométriques, bathymétriques et géotechniques. Le tableau 8-1 présente une synthèse des données à collecter, présentées en ordre de priorité.

Une collaboration avec la ville de Rouyn-Noranda permettrait de collecter l'information sur la fréquence et le volume des surverses. L'acquisition d'information sur les surverses apparaît prioritaire, car elle contient également un enjeu pour l'apport de polluants. Les sondes, les relevés hydrométriques et les jaugeages permettraient de mieux comprendre et de caractériser la dynamique hydrique du lac. Les relevés bathymétriques et les investigations géotechniques sont jugées moins prioritaires, mais deviendraient essentielles dans le contexte où des interventions seraient prévues sur les digues ou le fond du lac, ou bien pour connaître la perméabilité des digues. Une étude hydrogéologique locale permettrait de raffiner les connaissances en caractérisant la dynamique des échanges d'eau entre le lac et la nappe phréatique.

Tableau 8-1 : Informations à compléter pour raffiner le portrait hydrologique du bassin sud lac Osisko

Aspect	Données manquantes ou à préciser	Mesure	Priorité
Rejets aux émissaires pluviaux et surverses	La fréquence et le volume des apports en eaux aux émissaires pluviaux ne sont pas connus	Obtenir une collaboration de la ville de Rouyn-Noranda pour accéder à cette information	1
Niveaux d'eau	Manque de données sur les variations de niveaux d'eau du lac	Installer des sondes dans les trois bassins sur une période prolongée ou de manière permanente	2
Exutoires du lac	Manque de données sur le comportement hydraulique des exutoires du lac	Procéder à des relevés hydrométriques dans les exutoires	3
Bathymétrie	La précision des données sur la bathymétrie du lac disponible n'est pas connue	Procéder à des relevés bathymétriques	4
Digues du bassin central	La configuration des digues et leur perméabilité ne sont pas connues	Obtenir une collaboration de Glencore pour accéder aux données et études existantes sur les digues Procéder à des investigations géotechniques	5
Nappe phréatique	Déterminer le potentiel d'apports ou de sortie en eau de la nappe phréatique	Réaliser une étude hydrogéologique locale Installer des piézomètres pour suivre le niveau de la nappe phréatique	6

Les relevés hydrométriques recommandés devraient inclure les activités suivantes :

- **Installer des sondes** pour la mesure du niveau d'eau (sondes à pression) dans les trois bassins du lac Osisko pour une période prolongée (au moins une saison sans glace) ou de manière permanente afin de définir la plage de variation des niveaux d'eau en période d'eau libre. Un arpentage (pour mesurer précisément le niveau du lac et l'élévation de la sonde) est requis au moment de l'installation des sondes afin de géoréférencer verticalement le niveau d'eau. Un autre arpentage est requis au moment du retrait, afin de s'assurer que l'appareil est demeuré stable. Une mesure simultanée de la pression atmosphérique est requise pour convertir les lectures de pression en hauteur d'eau, soit par l'utilisation des enregistrements d'une station météorologique à proximité (par exemple à la station Rouyn, si disponibles) ou par l'installation d'une sonde barométrique à proximité du lac;
- **Réaliser un relevé des émissaires** du lac et du ruisseau Osisko, depuis l'exutoire jusqu'à la chute en aval du pont de la route Osisko: relever des sections transversales

des cours d'eau, relever un profil en long du niveau d'eau et un jaugeage simultané (mesure du débit associé au profil), identifier les contrôles hydrauliques et les relever. Il pourrait être requis de réaliser ces relevés à partir d'une petite embarcation en raison de la difficulté d'accès aux cours d'eau qui traversent des zones humides et une végétation très dense. Il est préférable de réaliser ce relevé alors qu'il n'y a pas de feuilles dans les arbres, ce qui pourrait faciliter la captation du signal dans un milieu boisé. Ce relevé doit être réalisé par une équipe spécialisée en hydrométrie;

- **Effectuer une série de jaugeages** à la sortie du bassin sud du lac Osisko afin d'établir la relation entre le niveau et le débit. Un jaugeage consiste à mesurer simultanément la vitesse d'écoulement et la profondeur d'eau pour la convertir en débit. Le site du jaugeage doit être choisi judicieusement en fonction de la position des contrôles hydrauliques identifiés au préalable à la sortie du lac. Les jaugeages doivent être effectués dans différentes conditions hydrologiques (en crue, en étiage et à débit moyen minimalement) pour produire une équation valide sur une large gamme de débits.

Préalablement, il faudra établir un plan de relevé détaillé en fonction des objectifs poursuivis et jugées prioritaires.

Les autres relevés proposés se détaillent comme suit :

- **Réaliser un relevé bathymétrique** du bassin sud du lac Osisko. Ce relevé devrait être géoréférencé verticalement dans le même référentiel que les données LiDAR disponibles. Il devrait être composé d'un quadrillage de mesures effectuées à partir d'une embarcation motorisée, par exemple avec un échosondeur. Ce relevé devrait être effectué avant le développement des algues au printemps afin de faciliter la navigation;
- **Installer des sondes piézométriques autour du lac** : le nombre et la position des sondes devront être déterminés dans le contexte d'une étude hydrogéologique. La mesure de l'évolution du niveau de la nappe phréatique comparée à celle du lac Osisko permettra d'évaluer la dynamique des échanges d'eau.

8.3 INFORMATIONS À COMPLÉTER RELATIVES À LA QUALITÉ DE L'EAU

Différentes problématiques liées à la qualité de l'eau, en particulier à l'apports de polluants, ont été identifiées lors de l'étude hydrologique. La qualité de l'eau ne fait pas partie du cadre de l'étude hydrologique, mais elle demeure liée à cette étude puisque l'apport de polluants est influencée par la dynamique hydrique du bassin versant. Cet enjeu dictera les actions à prioriser en lien avec l'hydrologie.

Pour orienter le choix des mesures et les investissements visant à réduire la pollution, il semble indispensable d'établir un diagnostic sur les principales sources de contaminants au bassin sud du lac Osisko. Chacune de ces sources potentielles devront faire l'objet (si elles ne le font pas déjà) de mesures ou d'analyses spécifiques, établies dans un plan d'action global, afin d'évaluer leur impact sur la santé du lac. Il faudrait notamment:

- Caractériser les rejets aux émissaires du réseau d'égouts, en collaboration avec la Ville, afin d'en évaluer les débits et la charge en contaminants. Ces relevés devront être synchronisés avec les pluies afin de mesurer l'évolution de la charge au cours de l'événement. Une modélisation hydrologique (du genre PCSWMM) du réseau d'égout pourrait aider à interpréter les mesures effectuées;

- Évaluer le transport potentiel de contaminant par les écoulements à travers les digues en tenant compte du gradient hydraulique, déterminé par le niveau d'eau des bassins de part et d'autre de la digue. Si des mesures sont prévues à proximité des digues, elles devront être effectuées alors que le niveau du bassin sud est plus bas pour être significatives;
- Établir le potentiel de transfert de contaminants entre les sédiments et le lac;
- Évaluer la contribution des dépôts atmosphériques, directement sur la surface du lac et sur le bassin versant;
- Identifier les rejets illicites sur le pourtour du lac;
- Évaluer le potentiel d'apports en contaminants par la nappe phréatique.

8.4 SOLUTIONS POTENTIELLES LIÉES À L'HYDROLOGIE

Le tableau 8-2 propose une série de mesures pouvant potentiellement ralentir le processus de vieillissement du bassin sud du lac Osisko. Comme mentionné à la section précédente, un diagnostic des sources de contaminants et des études spécifiques seront requises afin d'évaluer la pertinence de la mesure, ses bénéfices et la façon de la mettre en application.

Les mesures énumérées au tableau 8-2 n'ont pu être priorisées à cette étapes-ci en raison du manque d'informations sur le bénéfice de chacune.

Le diagnostic et la mise en place de mesures relatives à la gestion des eaux pluviales devront se faire par un **travail de collaboration étroite avec la ville de Rouyn-Noranda**, qui possède l'autorité de modifier les infrastructures existantes, de mettre en place de nouvelles infrastructures de gestion des eaux, de modifier certaines pratiques et de réglementer sur le développement du territoire.

Tableau 8-2 : Mesures potentielles pour ralentir le processus d'eutrophisation bassin sud lac Osisko, en lien avec l'hydrologie

Aspect	Problématique	Solution
Surverses	Rejet de polluants lors de surverses	Viser une séparation complète des réseaux pluvial et sanitaire Réduire la fréquence des surverses par de la rétention Évaluer la possibilité de modifier certaines pratiques d'entretien des équipements
Eaux pluviales	Apport de polluants provenant du ruissellement capté par les égouts pluviaux	Réduction des MES en provenance du réseau pluvial par la mise en place d'ouvrage de décantation Évaluer la possibilité de modifier certaines pratiques d'entretien des rues et puisards Augmentation de l'infiltration sur le bassin versant et de la rétention par la végétation, mise en place d'infrastructures vertes
Bande riveraine	La bande riveraine du lac est inexistante ou dégradée par endroits	Protéger, rétablir, améliorer ou élargir la bande riveraine afin qu'elle opère une certaine filtration de l'eau de ruissellement de surface, réglementer en ce sens
Autres sources	Sources de contaminants diffuses : dépôts atmosphériques, engrais et pesticides, des sels de déglçage et abrasifs, rejets illicites, etc.	Réduire les contaminants à la source ou réglementer sur leur utilisation Identifier les rejets illicites et apporter les correctifs requis.
Prélèvement d'eau	Petite taille du bassin versant et temps de renouvellement des eaux du lac relativement long	Réglementer pour interdire le prélèvement d'eau important dans le bassin sud du lac Osisko.
Digues	Perméabilité des digues du bassin central pourrait permettre la migration de contaminants vers le bassin sud	Procéder à des investigations pour évaluer l'importance de cette source de pollution. S'il y a migration importante de polluants, imperméabiliser les digues (du côté nord ou sud du bassin central).

9 RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

BBA. 2022. Analyse des écarts de la qualité de l'environnement du bassin versant du lac Osisko, Rouyn-Noranda. Lettre-rapport pour le Collectif Territoire. 2022-09-13.

CERIU. 2023. Guide d'intégration de la gestion durable des eaux pluviales dans l'aménagement d'un site dans une approche urbanistique – 2^e édition. Janvier 2023. 30 pages. <https://ceriu.qc.ca/bibliotheque/guide-integration-gestion-eaux-pluviales-amenagement-site-approche-urbanistique-2e>

Cloutier, V., Blanchette, D., Dallaire, P.-L., Nadeau, S., Rosa, E., et Roy, M. 2013. Projet d'acquisition de connaissances sur les eaux souterraines de l'Abitibi-Témiscamingue (partie 1). Rapport final déposé au Ministère du Développement durable, de l'Environnement, de la Faune et des Parcs dans le cadre du Programme d'acquisition de connaissances sur les eaux souterraines du Québec. Rapport de recherche P001. Groupe de recherche sur l'eau souterraine, Institut de recherche en mines et en environnement, Université du Québec en Abitibi-Témiscamingue, 135 p., 26 annexes, 25 cartes thématiques (1:100 000).

Cloutier, V., Rosa, E., Nadeau, S., Dallaire, P.-L., Blanchette, D., et Roy, M., 2015. Projet d'acquisition de connaissances sur les eaux souterraines de l'Abitibi-Témiscamingue (partie 2). Rapport final déposé au Ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques dans le cadre du Programme d'acquisition de connaissances sur les eaux souterraines du Québec. Rapport de recherche P002.R3. Groupe de recherche sur l'eau souterraine, Institut de recherche en mines et en environnement, Université du Québec en Abitibi-Témiscamingue, 313 p., 15 annexes, 24 cartes thématiques (1:100 000).

Données climatiques Canada. 2023. Le portail. <https://donneesclimatiques.ca/>

Garmin Italy Technologies. 2023. Navionics. <https://www.navionics.com/ca/>

Gouvernement du Canada. 2022a. Données historiques. Site internet consulté le 12 janvier 2023. https://climat.meteo.gc.ca/historical_data/search_historic_data_f.html

Gouvernement du Canada. 2022b. Ensembles de données climatiques en génie. Site internet consulté le 12 janvier 2023. https://climat.meteo.gc.ca/prods_servs/engineering_f.html

Gouvernement du Canada. 2022c. Normales climatiques canadiennes. Site internet consulté le 12 janvier 2023. https://climat.meteo.gc.ca/climate_normals/index_f.html

Gouvernement du Québec. 2023. Données Québec – Projets d'acquisition de connaissances sur les eaux souterraines – PACES. <https://www.donneesquebec.ca/recherche/fr/dataset/projets-d-acquisition-de-connaissances-sur-les-eaux-souterraines-paces>

Le Droit. 1965. Noranda construira un lac artificiel au coût d'un demi-million. Article paru dans l'édition du 2 novembre 1965 et consulté dans la BANQ.

Ministère des Affaires municipales, des Régions et de l'Occupation du territoire (MAMROT) (2016). Guide de gestion des eaux pluviales. 14 chapitres et annexes. <https://www.environnement.gouv.qc.ca/eau/pluviales/guide.htm>

Ministère de l'Environnement, de la Lutte contre les changements climatiques, de la Faune et des Parcs (MELCCFP). 2022. Atlas hydroclimatique du Québec méridional. <https://www.cehq.gouv.qc.ca/atlas-hydroclimatique/>

Ministère de l'Environnement, de la Lutte contre les changements climatiques, de la Faune et des Parcs (MELCCFP). 2023. Suivi hydrologique de différentes stations hydrométriques – Station : 043012 – Kinojévis – à 0,3 km en amont du pont-route à Cléricy. <https://cehq.gouv.qc.ca/suivihydro/graphique.asp?NoStation=043012>

Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs (MFFP). 2022. Forêt ouverte. Site internet consulté le 16 décembre 2022. <https://www.foretouverte.gouv.qc.ca/>

Ministère des Transports du Québec (MTQ). 2020. Manuel de conception des ponceaux. Édition de décembre 2020 incluant la révision 2021-11.

OBVT et Collectif Territoire. 2022. Portrait et diagnostic préliminaire du lac Osisko – Document de travail. 101 pages et annexes.

Ressources naturelles Canada. 1978a. Atlas hydrologique du Canada. Planche 17. Évaporation annuelle moyenne des eaux lacustres. <https://ouvert.canada.ca/data/fr/dataset/67de4f04-855d-5d23-bb4a-2a270d1488d0>

Ressources naturelles Canada. 1978b. Atlas hydrologique du Canada. Planche 25. Bilan hydrique – Précipitations et évapotranspiration dérivées. <https://ouvert.canada.ca/data/fr/dataset/910100c0-4f8c-5ae8-ae87-69bf230e43cf>

Ville de Québec. 2023. Réglementation et permis. Site Internet de la ville : https://www.ville.quebec.qc.ca/citoyens/reglements_permis/eau/reglement-controle-interimaire.aspx

WSP. 2017. Étude d'impact sur l'environnement – Projet Horne 5, Rouyn-Noranda, Québec. Étude d'impact déposée au ministre du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques, Dossier 3211-16-018. 17 chapitres et annexes. Obtenue en ligne : https://www.ree.environnement.gouv.qc.ca/projet.asp?no_dossier=3211-16-018

WSP. 2022. Plan de diminution des charges et débits acheminés vers les cours d'eau par le contrôle à la source des eaux pluviales. Rapport de WSP pour la ville de Victoriaville. <https://www.victoriaville.ca/nouvelle/202207/4698/victoriaville-innove-en-se-dotant-dun-plan-pour-une-gestion-responsable-de-ses-eaux-pluviales.aspx>

ANNEXE A

TABLEAU 11.1 TIRÉ DU GUIDE DE GESTION DES EAUX PLUVIALES

Tableau 11.1
Classification des PGO par groupe (adapté de EPA, 2004 et de CWP, 2002).

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.

ANNEXE B

TABLEAU 14.2 TIRÉ DU GUIDE DE GESTION DES EAUX PLUVIALES

Tableau 14.2

Avantages et désavantages de différentes PGO (adapté de MEA, 1999 et de MPCA, 2005).

Type de PGO	Avantages	Désavantages
Bassin avec retenue permanente	<ul style="list-style-type: none"> • Capacité à enlever les polluants dissous en plus des solides • Permet un contrôle de l'érosion des cours d'eau • Création d'habitats • Interventions pour l'entretien relativement moins fréquentes • Aspects esthétiques et récréationnels 	<ul style="list-style-type: none"> • Coûts plus élevés que les bassins secs • La retenue permanente implique une plus grande surface de terrain • Peut avoir des impacts négatifs dus à la température de l'eau rejetée • Peut être soumis à des contraintes de topographie ou de type d'occupation du sol • L'enlèvement des sédiments, lorsque requis, est relativement plus coûteux
Bassin sec	<ul style="list-style-type: none"> • Mode de fonctionnement en batch et avec rétention prolongée peut fournir une efficacité s'approchant d'un bassin avec retenue permanente • Moins contraignant pour la superficie que pour des bassins avec retenue permanente • Peut être aménagé pour être multi-fonctionnel 	<ul style="list-style-type: none"> • Remise en suspension des contaminants possible • Coûts d'opération et de maintenance plus élevés que pour un bassin avec retenue permanente
Marais artificiels	<ul style="list-style-type: none"> • Capacité à enlever les polluants similaire au bassin avec retenue permanente • Capacité d'enlèvement accentuée pour les nutriments • D'autres bénéfices significatifs pour les différents habitats 	<ul style="list-style-type: none"> • Requiert plus de surface qu'un bassin avec retenue permanente • Peut avoir des impacts négatifs dus à la température de l'eau rejetée • Peut être soumis à des contraintes de topographie ou de type d'occupation du sol • Risque de nuisances • Principes de conception plus complexes que pour les bassins secs ou les bassins avec retenue permanente
Tranchées d'infiltration	<ul style="list-style-type: none"> • Potentiellement efficace pour promouvoir la recharge et maintenir les débits d'étiage • Peut être approprié lorsque le maintien de la recharge de la nappe phréatique est un objectif • Pas d'impact thermique • Pas de problème de sécurité 	<ul style="list-style-type: none"> • Approprié seulement pour de petites surfaces tributaires (< 2 ha) et surtout pour des secteurs résidentiels • Perméabilité des sols en place peut être une contrainte • Nécessite un prétraitement • La contamination possible de la nappe phréatique doit être évaluée • Peu efficace pour le contrôle quantitatif mais peut contribuer à réduire le volume de ruissellement • Le choix des paramètres de conception doit se faire de façon prudente pour réduire les possibilités de malfonctionnement à moyen et long terme (colmatage)
Bassins d'infiltration	<ul style="list-style-type: none"> • Potentiellement efficace pour promouvoir la recharge et maintenir les débits d'étiage • Peut être approprié lorsque le maintien de la recharge de la nappe phréatique est un objectif • Pas d'impact thermique • Pas de problème de sécurité 	<ul style="list-style-type: none"> • Approprié seulement pour de petites surfaces tributaires (< 5 ha) et surtout pour des secteurs résidentiels • Perméabilité des sols en place peut être une contrainte • Nécessite un prétraitement • La contamination possible de la nappe phréatique doit être évaluée • Peu efficace pour le contrôle quantitatif mais peut contribuer à réduire le volume de ruissellement • Le choix des paramètres de conception doit se faire de façon prudente pour réduire les possibilités de malfonctionnement à moyen et long terme (colmatage)
Bandes filtrantes	<ul style="list-style-type: none"> • Certains bénéfiques pour le contrôle de la qualité (à utiliser en série avec d'autres PGO) • Efficaces pour retenir les matières en suspension et intercepter les précipitations • Peut contribuer à réduire le ruissellement en réduisant les vitesses d'écoulement, augmentant les temps de concentration et l'infiltration • Peut créer des habitats • Pas d'impact thermique 	<ul style="list-style-type: none"> • Approprié seulement pour de petites surfaces tributaires (< 2 ha) avec des pentes peu accentuées • Écoulement uniforme en nappe difficile à maintenir • Efficacité réduite pour des conditions froides
Filtres à sable	<ul style="list-style-type: none"> • Généralement très efficace pour l'enlèvement des polluants, résistent bien au colmatage et plus faciles à réhabiliter lorsque comparés à des tranchées drainantes 	<ul style="list-style-type: none"> • Non approprié pour un contrôle quantitatif • Approprié seulement pour de petites surfaces tributaires (< 5 ha) • Ne recharge généralement pas la nappe phréatique • Peut contribuer à des problèmes esthétiques ou d'odeurs • Coûts d'entretien et d'opération plus élevés que les autres types de PGO en fin de réseau
Séparateurs commerciaux	<ul style="list-style-type: none"> • Particulièrement bien adaptés aux zones à risques (<i>hotspots</i>) (secteurs industriel/commercial, grandes surfaces de stationnement ou des secteurs reliés au transport) avec des aires tributaires inférieures à 2 ha • Critères de conception qui peuvent s'ajuster aux conditions et objectifs visés • Intégration facile dans une série de mesures • Efficace pour capture des huiles/graisse 	<ul style="list-style-type: none"> • Performance variable (doit être documentée) • Entretien plus coûteux (mais essentiel pour assurer un bon fonctionnement) • S'applique à de petites surfaces (doit être utilisé avec d'autres PGO pour des contrôles à plus grande échelle)