

ANNEXE ACEE-18
Bilan hydrique



NOTE TECHNIQUE

DESTINATAIRE(S) :	Mme Anne Gabor, Rose Lithium - Tantale
EXPÉDITEUR :	M. Slim Kouki, ing. PhD. WSP Canada Inc.
COPIE :	M. Jean Lavoie WSP Canada Inc.
OBJET :	Rapport technique de conception des infrastructures de gestion de l'eau (bassins) et bilan d'eau Rose Lithium – Tantale
N° DE PROJET :	181-05541-08
DATE :	17 décembre 2019

1. GESTION DES EAUX MINIÈRES

1.1 GÉNÉRALITÉS

Cette note technique décrit la gestion des eaux minières durant les phases de construction et d'opération. Les mesures de la gestion des eaux de surface lors de la construction sont nécessaires pour évaluer les effets sur la qualité des eaux du milieu récepteur.

Le plan de gestion des eaux prévoit de minimiser la quantité d'eau qui entre en contact avec les infrastructures minières. Il vise également à minimiser le mélange des eaux de contact avec les infrastructures ayant un potentiel de contamination (fosse, zone industrielle, aires d'entreposage de roches stériles et de minerai) avec celles qui n'ont pas de contact avec ces mêmes infrastructures.

1.2 PHASE DE CONSTRUCTION

Le réseau de gestion de l'eau couvre les eaux souterraines et de surface. La construction du réseau de gestion de l'eau est divisée en 5 étapes.

Étape 1 :

Assèchement des lacs 1 et 2 et implantation des chemins d'accès temporaires (voir carte 20-1).

Étape 2 :

Construction de la route d'accès autour de la fosse et de la berme semi-perméable autour de la zone prévue pour le dépôt du mort-terrain. Installation de dispositifs de régulation des eaux de surface pour débiter les travaux de retrait du mort-terrain (voir carte 20-2).

Étape 3 :

Construction de la route d'accès principale (voir carte 20-3).

Étape 4 :

Construction du bassin d'accumulation et de l'usine de traitement des effluents (voir carte 20-4).

Étape 5 :

Installation de la pompe PP-1 en périphérie sud-ouest de la fosse. Celle-ci alimentera la zone de construction en eau fraîche, si requis. Également, le tablier industriel sera construit avec un réseau de fossés qui sera raccordé au bassin d'accumulation, afin que les eaux de drainage de l'aire industrielle soient dirigées vers ce bassin (voir carte 20-5).

1.3 PHASE D'OPÉRATION

FOSSE

En plus du puits PP-1, huit puits de rabattement seront ajoutés autour de la fosse. Une pompe submersible sera installée dans chaque puits et aura un débit estimé de 50 m³/h (soit 0,14 m³/s). L'eau du puits PP-1 servira à l'alimentation en eau fraîche au concentrateur, pour les besoins opérationnels quotidiens. L'eau des autres puits sera pompée à un bassin de sédimentation aux quatre points de rejet à l'environnement (soit le cours d'eau A et les lacs 3, 4 et 6), où elle pourra être oxygénée et traitée, au besoin.

Les eaux provenant du fond de la fosse seront acheminées vers le bassin d'accumulation. Les pompes submersibles pour l'assèchement de la fosse seront installées dans des conteneurs (une pompe par conteneur) et fonctionneront 12 mois par an. Un fossé périphérique sera également aménagé afin d'éviter que les eaux de ruissellement n'entrent dans la fosse.

HALDE DE CO-DÉPOSITION ET TABLIER INDUSTRIEL

Durant la première phase d'opérations (0 à 3 ans), le ruissellement au niveau de la halde de co-déposition va être intercepté par le fossé qui longe les côtés est et sud de la halde, pour se rejeter ultimement dans le bassin d'accumulation (voir carte 21-1, année 4).

Durant la deuxième phase d'opération (4 à 17 ans), une deuxième halde de co-déposition va être aménagée au nord-ouest de la première. Comme l'empreinte de la deuxième halde empiètera sur trois bassins versants différents, un réseau de fossés périmétrique va être aménagé pour collecter les eaux de ruissellement. La partie nord des ruissellements est acheminée vers le bassin 2, tandis que la partie sud s'en va vers le bassin 3. L'eau recueillie dans le bassin 2 est pompée vers le bassin 3, et est ensuite pompée vers le bassin d'accumulation.

Le ruissellement de surface du tablier industriel et de la halde à minerai est dirigé vers le bassin d'accumulation gravitairement via des fossés (voir carte 21-2, année 17).

BASSIN D'ACCUMULATION

L'eau dans le bassin d'accumulation provient de la surface et de la fosse. Les eaux de surface seront alimentées par gravité à partir du tablier industriel, de la halde à minerai, du fossé de la phase 1 de la halde de co-déposition et par pompage du bassin 3 de la halde de co-déposition. L'eau d'assèchement sera pompée de la pompe d'assèchement située à l'intérieur de la fosse. À partir du bassin d'accumulation, l'eau sera pompée avec des pompes centrifuges vers la station de traitement des effluents finaux. Les pompes centrifuges pour la gestion de l'eau du bassin d'accumulation seront installées dans un conteneur. Ce conteneur sera installé sur la rive du bassin d'accumulation. Ces pompes fonctionneront 12 mois par an.

2. BILAN D'EAU

Les modèles du bilan hydrique décrivent les volumes d'eau entrant, circulant et sortant de l'ensemble du site minier. Un bilan hydrique opérationnel a été établi pour faciliter la gestion de l'eau et pour garantir que l'installation de traitement puisse traiter les effluents. Le bilan hydrique a été établi sur une base mensuelle à l'aide d'un modèle déterministe fondé sur des feuilles de calcul Excel.

Le bilan hydrique a été développé pour permettre l'évaluation mensuelle des débits et volumes d'eau, représentative d'une année moyenne pour les deux phases d'exploitation du site minier. Il fournit une estimation du volume d'eau à traiter par an dans des conditions moyennes. L'effet des changements climatiques sur la précipitation totale a été pris en compte et une analyse de sensibilité a été effectuée en comparant les résultats obtenus à ceux des conditions sèches et humides.

L'équation générale du bilan d'eau est donnée par : $Flux\ entrant = Flux\ sortant + \Delta S$

— ΔS étant la variation du stockage.

Les flux entrants comprennent les précipitations (Precip), les infiltrations de suintement (SI), l'eau pompée (WP) et l'eau évacuée par gravité d'un autre bassin versant (WD).

Les débits incluent l'évaporation (Evap), le suintement (S) et le ruissellement (R).

$$P + SI + WP + WD = E + S + R + \Delta S$$

2.1 RÉSUMÉ DES INTRANTS

2.1.1 BASSINS VERSANTS

Le site minier a été divisé en cinq bassins versants. La figure 1 montre le schéma logique des écoulements dans les cinq bassins versants et la figure 2 sert de légende pour identifier chaque écoulement à partir de son code.

La figure 9 en annexe montre les différentes composantes du site minier de Rose Lithium avec le concept de gestion des eaux de surface.

DONNÉES CLIMATIQUES

Les normales climatiques (1981-2010) de la station météorologique La Grande Rivière A (identifiant climatique n° 7093715) d'Environnement Canada ont été utilisées pour l'élaboration de ce bilan d'eau.

Les données de la pluie, des chutes de neige et de la température pour les conditions normales sont présentées dans le tableau 10 de l'annexe.

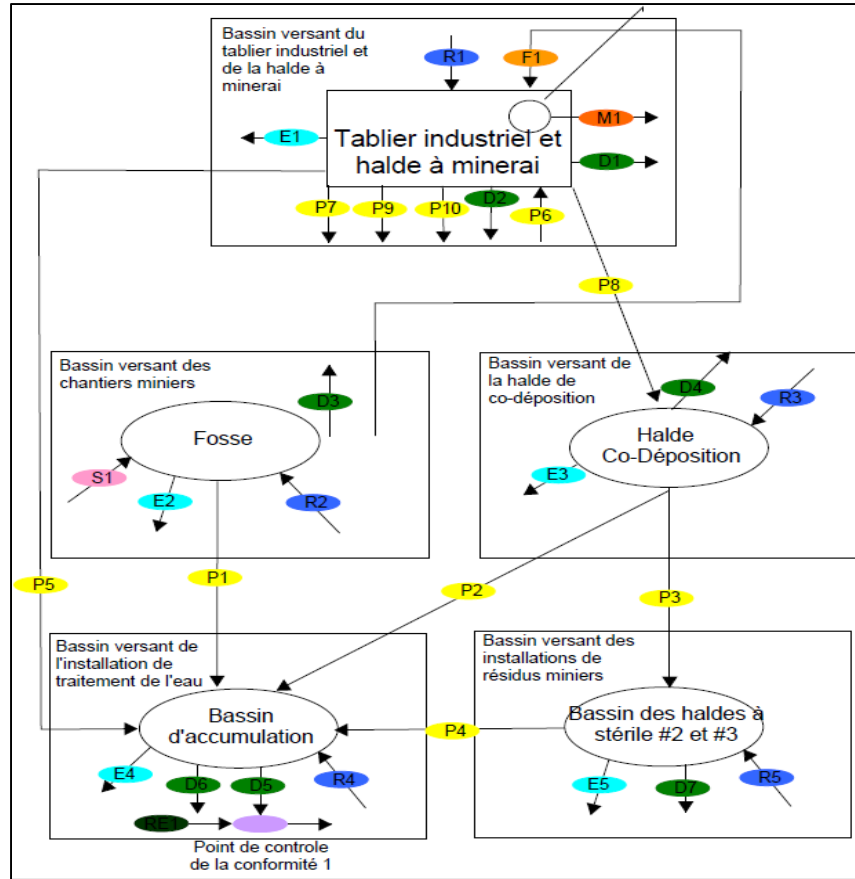


Figure 1 Schéma logique des écoulements

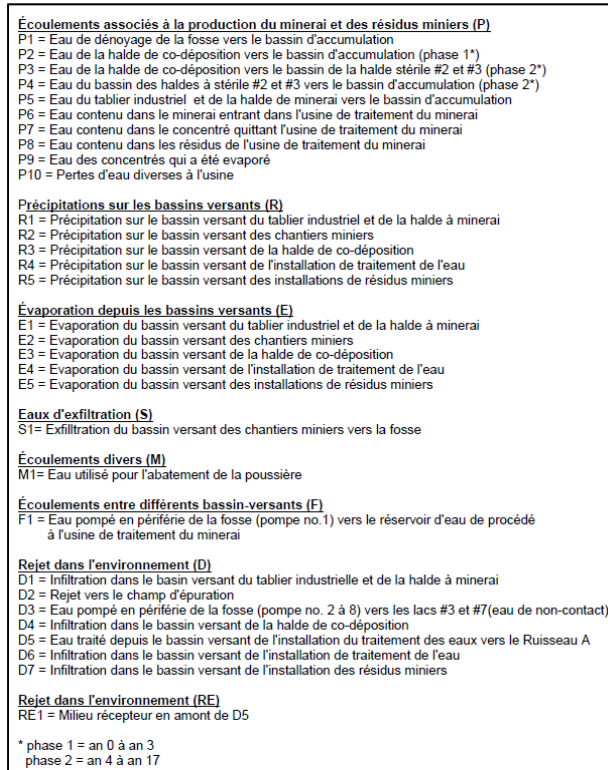


Figure 2 Légende de Schéma logique des écoulements

FONTE DES NEIGES

Le calcul de la fonte des neiges est basé sur l'hypothèse que pendant les mois les plus froids, les chutes de neige s'accumulent sous forme de manteau neigeux stockant le ruissellement potentiel jusqu'à ce que la température moyenne quotidienne dépasse 0°C, ce qui déclenche la fonte des neiges.

La fonte des neiges due à la température ambiante a été évaluée à l'aide de la méthode degrés-jours, méthode qui consiste à calculer l'indice de fusion par jour en utilisant un coefficient C_M (1,6 à 6 mm/ degré jour C) multiplié par la différence de température entre la température quotidienne moyenne T_m et une température de base T_b .

$$M = C_M (T_m - T_b)$$

L'équation (1) développée par Pysklywec et Bray (1968) sera utilisée pour le calcul de la fonte des neiges :

$$M = 1.82 (T_m + 2.4) \quad (1)$$

Lorsque la température quotidienne moyenne est supérieure à 0°C :

- Si la somme des chutes de neige et du manteau neigeux est supérieure à la fonte potentielle de neige calculée à l'aide de l'équation (1) donnée ci-dessus, alors la fonte réelle des neiges est égale à la fonte potentielle :

$$\text{Fonte réelle des neiges (n)} = \text{Fonte potentielle des neiges (n)}$$

$$\text{Manteau neigeux (n + 1)} = \text{Chute des neiges(n)} + \text{Manteau neigeux (n)} - \text{Fonte réelle des neiges (n)}$$

- Si la somme des chutes de neige et du manteau neigeux est inférieure à la fonte potentielle de neige calculée à l'aide de l'équation (1) donnée ci-dessus, la fonte réelle des neiges est la somme des chutes de neige et du manteau neigeux :

$$\text{Fonte réelle des neiges (n)} = \text{Chute de neiges (n)} + \text{manteau neigeux (n)}$$

Les données pour le calcul de la fonte des neiges sont les températures moyennes quotidiennes pour la période 1977-2002 de la station météorologique La Grande rivière A d'Environnement Canada. La fonte des neiges mensuelle dans les conditions moyennes est présentée dans le tableau 10 en annexe.

ÉVAPOTRANSPIRATION POTENTIELLE (ETP)

L'évaporation fait référence à l'évaporation calculée d'un lac d'une petite masse d'eau libre naturelle ayant un stockage de chaleur négligeable et un très faible transfert de chaleur au fond et sur les côtés. Il représente la perte en eau des étangs et des petits réservoirs, mais pas des lacs dotés de grandes capacités de stockage de chaleur¹.

¹ Master document-1981-2010 Calculation information, Environment and climate change of Canada
https://climat.meteo.gc.ca/doc/Canadian_Climate_Normals_1981_2010_Calculation_Information.pdf

Pour l'élaboration de bilan hydrique, nous avons utilisé l'équation de Thornthwaite pour calculer l'évapotranspiration potentielle avec les données de température mensuelles de la station La Grande Rivière A. Cette équation évalue l'évapotranspiration potentielle à partir de la température mensuelle et la latitude du site. Le taux d'évapotranspiration mensuelle calculé est présenté au tableau 10 en annexe.

USINE DE TRAITEMENT DE MINERAI

Le bilan d'eau devrait tenir compte des rejets prévus par l'usine de traitement du minerai. Les calculs du bilan d'eau de l'usine sont basés sur les critères de conception de procédés qui sont présentés dans l'étude de faisabilité NI-43-101. Le tonnage alimenté à l'usine est basé sur le tonnage annuel moyen sur la durée de vie de la mine. Les valeurs sont disponibles aux tableaux 17.1 et 17.2 (p.198-199).

Une fraction de l'eau alimentée à l'usine de traitement du minerai sera perdue par évaporation et par divers déversements. L'estimé est basé sur une perte de 1 % du volume total d'eau qui entre à l'usine.

La quantité d'eau utilisée pour l'abattement de la poussière est estimée au volume du réservoir d'un camion-citerne. On estime qu'il y aura abattement de la poussière 150 jours par année, soit entre le mois de mai et le mois de septembre. Le volume typique d'un camion-citerne est de 50 m³.

Les débits d'eau provenant des pompes d'assèchement n^{os} 1 à 9 (puits de dénoyage périphérique de la fosse) viennent du bilan d'eau effectué durant l'étude de faisabilité. Les données sont disponibles sur le dessin 8000-D-0501.

Le débit d'eau usée sortant via le champ d'épuration provient de l'évaluation préliminaire qui a été faite durant l'étude de préfaisabilité (référence : dessin 8000-D-0503).

À noter que ces rejets varient pendant les différentes années d'exploitation du projet. La moyenne des volumes de rejet pendant la durée de vie du projet minier, qui est de 17 ans, est utilisée pour l'élaboration du bilan d'eau global. Ces données sont résumées sur le tableau 1.

Tableau 1 Eaux de production minière

Eau entrant à l'usine	Flux	Unité	Qté
Eau minerai	P6	m ³ /a	94 190
Eau des puits de dénoyage	F1	m ³ /a	464 280
Total		m ³ /a	558 470
Eau sortant de l'usine			
Eau dans concentré spodumène	P7	m ³ /a	2 190
Eau dans concentré tantalite	P7	m ³ /a	146
Eau séchoir spodumène	P9	m ³ /a	112 785
Eau séchoir tantalite	P9	m ³ /a	2 555
Eau dans les résidus	P8	m ³ /a	172 645
Eau abattement des poussières	M1	m ³ /an	7 500
Pertes diverses	P10	m ³ /an	5 585
Total		m ³ /a	303 406

COEFFICIENTS DE RUISSELLEMENT ET SUPERFICIES

Un coefficient de ruissellement pondéré a été calculé pour chaque bassin versant selon le pourcentage de chaque occupation du sol par rapport à la surface totale. Le tableau suivant montre les coefficients de ruissellement utilisés et la surface de chaque bassin versant.

Tableau 2 Coefficient de ruissellement et superficies des bassins versants dans la Phase 1 du projet (an 0 à an 3).

Bassin versant	Surface (m ²)	Aire drainée	% de la surface	m ²	Coefficient de ruissellement	Coefficient de ruissellement pondéré
Tablier industriel et Halde à minéral	479 315	Terrain naturel	0	0	0,7	0.80
		Terrain préparé	100	479 315	0,8	
		Bassin collecteur	0	0	1	
		Total	100	479 315		
Chantier minier	1 207 851	Terrain naturel	0	0	0,7	0.80
		Terrain préparé	100	1 207 851	0,8	
		Bassin collecteur	0	0	1	
		Plage de résidus miniers secs	0	0	0,7	
		Total	100	1 207 851		
Halde de co-déposition (phase 1)	892 116	Terrain naturel	28	250 685	0,7	0.75
		Terrain préparé	50	446 950	0,8	
		Bassin collecteur	0	0	1	
		Plage de résidus miniers secs	22	194 481	0,7	
		Total	100	892 116		
Installation des résidus miniers	48 573	Terrain naturel	0	0	0,7	1.00
		Terrain préparé	100	48 573	1	
		Bassin et résidus miniers humides	0	0	0,7	
		Total	100	48 573		
Installation de traitement de l'eau	44 797	Terrain naturel	0	0	0,7	1.00
		Terrain préparé	0	0	0,8	
		Bassin collecteur	100	44 797	1	
		Total	100	44 797		

La halde de co-déposition s'agrandira dans la phase 2. Le tableau 3 montre les changements au niveau de la superficie et le coefficient de ruissellement de la Halde.

Tableau 3 Superficie et coefficient de ruissellement de halde de co-déposition dans la Phase 2 (an 4 à an 17)

Halde de co-déposition (phase 2)	2 514 580	Terrain naturel	4%	95 115	0.7	0.77
		Terrain préparé	66%	1 669 150	0.8	
		Bassin collecteur	0%	0	1	
		Plage de résidus miniers secs	30%	750 315	0.7	
		Total	100%	2 514 580		

HYPOTHÈSES DU MODÈLE

Le modèle est basé sur la quantification des ruissellements dans les cinq bassins versants du site minier, en considérant les précipitations comme un intrant et l'évapotranspiration, l'infiltration et les rejets miniers comme des pertes. Le modèle prend en compte la spécificité de chaque zone, à savoir le coefficient de ruissellement, les paramètres d'infiltration d'eau et les transferts (par pompage ou par gravité) d'un autre bassin versant.

Le bilan hydrique est basé sur de nombreuses hypothèses :

- le coefficient de ruissellement est considéré égal à 1,0 de novembre à mai pour tous les surfaces drainées;
- l'équivalent en eau de la neige est basé sur une densité relative de 0,1;
- les conversions annuelles, mensuelles et quotidiennes sont basées sur 365 jours par an et 30,42 jours par mois.

2.2 EFFET DES CHANGEMENTS CLIMATIQUES

Les effets des changements climatiques devront être pris en compte dans le calcul du bilan d'eau. Ainsi, une majoration devrait s'appliquer à la quantité de précipitations totale (pluie et neige).

Le rapport d'Ouranos publié en 2015 présente la synthèse des connaissances sur les changements climatiques au Québec. Il illustre un portrait climatique qui divise la province de Québec en quatre régions de référence, comme illustré sur la figure 3. Le site de projet en question appartient à la région Centre du portrait climatique.

Le tableau 4 présente les pourcentages de hausse minimale et maximale retenus pour les deux scénarios d'émission de GES (RCP4.5 et RCP8.5), et ce, pour plusieurs horizons selon l'étude réalisée par Ouranos (2015). L'intervalle de variation des changements projetés des précipitations totales pour les deux scénarios confondus a été considéré afin de minimiser les erreurs des valeurs aberrantes.

Étant donné que la durée de vie prévue du projet est de 17 ans, une majoration à l'échéance 2050 sera donc considérée. Par conséquent, une majoration de +11,5 %, soit la moyenne entre RCP 4.5 et RCP 8.5 (tableau 4), serait acceptable et conforme avec l'évolution du climat futur projeté à l'horizon 2050. Cette majoration de +11,5 % sera appliquée sur la quantité totale de précipitations, incluant celles tombant sous forme de neige.

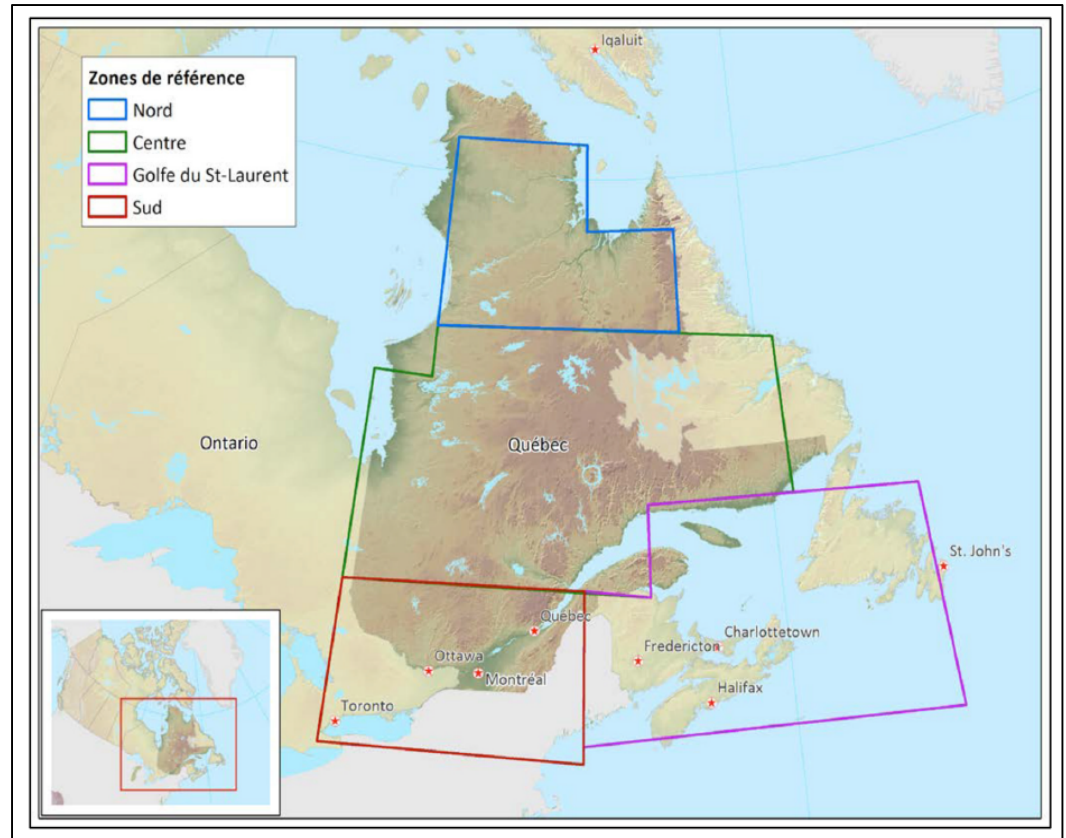


Figure 3 Les quatre régions de référence utilisées dans le Rapport d'Ouranos (2015)

Tableau 4 Changements annuels relatifs projetés des précipitations totales pour la région Centre

	Horizon 2020 (%)		Horizon 2050 (%)		Horizon 2080 (%)	
	RCP 4.5	RCP 8.5	RCP 4.5	RCP 8.5	RCP 4.5	RCP 8.5
Résultat de chaque scénario	+3 à +9	+3 à +9	+6 à +12	+9 à +17	+7 à +16	+13 à +26
Deux scénarios confondus	+3 à 9		+6 à +17		+7 à +26	
Moyenne	+6		+11,5		+16,5	

2.3 RÉSULTATS DU BILAN D'EAU

Le bilan d'eau annuel global du site minier Rose Lithium pour les conditions moyennes est présenté dans le tableau 5.

Ainsi, le bassin d'accumulation recevra un volume d'eau à traiter de 5,1 Mm³/an dans la première phase du projet (an 0 à an 3) et 5,8 Mm³/an lors de la deuxième phase (an 4 à an 17), soit un débit moyen de 578,7 m³/h et 661,8 m³/h pour les phases 1 et 2 respectivement.

Une analyse de sensibilité a été réalisée, en comparant les résultats du bilan d'eau global pour les conditions moyennes à ceux des conditions sèches et humides. Le tableau 6 montre les volumes d'eau traitée rejetée au ruisseau A pour les trois conditions climatiques et durant les deux phases d'exploitation. Les bilans d'eau annuels globaux pour les conditions sèches et humides sont présentés aux tableaux 8 et 9, en annexe.

Tableau 5 Bilan d'eau global du site minier Rose Lithium -Conditions moyennes

Intrant/ Extrant	Code	Description	Phase 1	Phase 2
			m³/an	m³/an
Bassin versant du tablier industriel et de la halde à minerai				
Intrant	R1	Précipitation	291 345	291 345
Intrant	F1	Puits de dénoyage en périphérie de la fosse, pompe n° 1	464 280	464 280
Intrant	P6	Eau contenue dans le minerai alimenté	94 190	94 190
Extrant	M1	Abattement de la poussière	7 500	7 500
Extrant	D1	Infiltration dans le sol	80 600	80 600
Extrant	E1	Évaporation	-	-
Extrant	D2	Eaux usées vers le champ d'épuration	61 320	61 320
Extrant	P7	Eau contenue dans les concentrés	2 336	2 336
Extrant	P9	Eau évaporée des concentrés	115 340	115 340
Extrant	P8	Eau contenue dans les résidus vers le bassin versant de la halde de co-déposition	172 645	172 645
Extrant	P10	Pertes diverses à l'usine	5 585	5 585
Extrant	P5	Surplus eau de procédé vers le bassin versant de l'installation de traitement de l'eau	404 490	404 490
Bassin versant de la halde de co-déposition				
Intrant	R3	Précipitation	531 807	1 528 452
Intrant	P8	Eau contenue dans les résidus arrivant du bassin versant du tablier industriel et de la halde à minerai"	172 645	172 645
Extrant	D4	Infiltration dans le sol	160 468	422 842
Extrant	E3	Évaporation	-	-
Extrant	P2	Eau rejeté - phase 1 : précipitation + eau des résidus, phase 2 : précipitation	543 984	392 245
Extrant	P3	Eau rejetée - phase 2 : précipitation + eau des résidus	NA	886 010
Bassin versant des chantiers miniers				
Intrant	R2	Précipitation	763 405	763 405
Intrant	S1	Eau d'exfiltration	3 832 500	3 832 500
Extrant	E2	Évaporation	513 993	513 993
Extrant	D3	Puits de dénoyage en périphérie de la fosse pompe n°s 2 à 8 (eau de non-contact)	630 720	5 010 720
Extrant	P1	Eau dénoyage de la fosse	4 081 912	4 081 912
Extrant	F1	Puits de dénoyage en périphérie de la fosse, pompe n° 1	464 280	464 280
Bassin versant des installations de résidus miniers				
Intrant	P3	Eau rejetée de la halde de co-déposition - phase 2 : précipitation + eau des résidus	NA	886 010
Intrant	R5	Précipitation	37 692	37 692
Extrant	E5	Évaporation	14 469	20 670
Extrant	D7	Infiltration dans le sol	-	-
Extrant	P4	Phase 2 : eau rejetée du bassin des haldes à stérile n°s 2 et 3	23 223	903 032
Bassin versant de l'installation de traitement de l'eau				
Intrant	P1	Eau dénoyage de la fosse	4 081 912	4 081 912
Intrant	P2	Eau rejetée de la halde de co-déposition - phase 1 : précipitation + eau des résidus, phase 2: précipitation	543 984	392 245
Intrant	P4	Phase 2: eau rejetée du bassin des haldes à stérile n°s 2 et 3	-	903 032
Intrant	P5	Eau provenant du bassin du tablier industriel et de la halde à minerai	404 490	404 490
Intrant	R4	Précipitation	34 762	34 762
Extrant	E4	Évaporation	19 063	19 063
Extrant	D6	Infiltration dans le sol	-	-
Extrant	D5	Eau traitée par vers le ruisseau A	5 069 308	5 797 378

Tableau 6 Comparaison des volumes d'eau traitée rejetée au ruisseau A pour les conditions moyenne, sèche et humide

	Eau traitée vers le ruisseau A (m ³)		Variation par rapport l'année moyenne (%)
	Phase 1	Phase 2	
Condition moyenne	5 069 308	5 797 378	-
Condition sèche	4 611 878	5 065 251	-9 à -12.5
Condition humide	5 549 050	6 565 231	+9.5 à +13

Note :

Le bilan hydrique actuel utilise des données hydrologiques en moyenne pour évaluer le volume d'eau collectée, traitée et rejetée dans l'environnement chaque mois au cours des 12 années d'exploitation. Ce bilan hydrique ne reflète cependant pas les variations journalières.

Un bilan hydrique doit être considéré comme un outil de prévision qui doit être révisé à mesure que le projet évolue ou reçoit de nouvelles données, en particulier si des modifications importantes sont apportées à l'emplacement et aux dimensions des composants du site minier.

3. DIMENSIONNEMENT DES BASSINS

3.1 BASSINS DE LA HALDE DE CO-DÉPOSITION 2 ET 3

Les bassins nos 2 et 3 sont associés au réseau de drainage. Une récurrence de 1: 100 ans est conforme aux prescriptions de la Directive 019 sur l'industrie minière (D019). Ainsi, les deux bassins ont été conçus pour capter adéquatement une crue de récurrence 1: 100 ans d'une durée de 24 h, combinée à la fonte moyenne de neige sur une période de 21 jours (la quantité de neige est celle qui correspond au maximum prévisible pour une récurrence de 100 ans). La pluie utilisée pour la conception incluait une augmentation de 18 %², afin de tenir compte des changements climatiques.

DONNÉES DE MODÉLISATION

La conception des deux bassins de la halde de co-déposition s'est faite à l'aide d'une modélisation sur le logiciel PCSWMM. La distribution SCS type II a été adoptée pour simuler la crue de projet. Le tableau 7 montre la crue de projet utilisée, et la figure 5 présente sa distribution sur 24 heures.

Tableau 7 Détails sur La crue du projet pour la conception des deux bassins 2 et 3.

Pluie de récurrence 1 :100 ans³	82,51 mm/24 h
Pluie de récurrence 1 :100 ans majorée de 18 % (Mailhot et al., 2014)	97,36 mm/24 h
Fonte moyenne de neige sur 21 jours (basée sur la qté de neige de récurrence 100 ans).	17,57 mm/24h
Crue totale de projet	114,93 mm/24h

² <https://www.ouranos.ca/publication-scientifique/SyntheseRapportfinal.pdf>

³ Calculé avec ajustement statistique à la loi de Gumble en utilisant la série de données mensuelle de la station La Grande rivière A de 1976 à 2012.

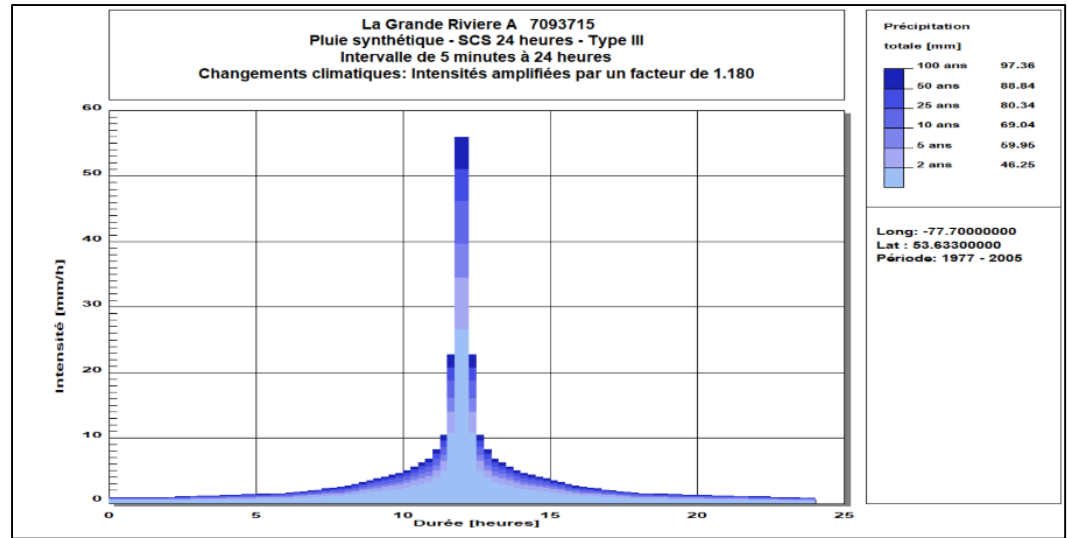


Figure 4 Distribution SCS type II pour la crue de projet

Les données sur l'évaporation moyenne et sur les coefficients de ruissellement selon l'occupation du sol utilisé pour la modélisation sont les mêmes qui ont servi précédemment pour le calcul du bilan d'eau global du site.

Les débits de pompages suivants ont été considérés :

Description	Débit (m ³ /h)
Pompage de la fosse vers le bassin d'accumulation ⁴	864
Eau contenue dans les résidus de l'usine des traitements des minerais vers le bassin 2	19,71
Les eaux de procédé depuis le tablier industriel vers le bassin d'accumulation	41,83

RÉSULTATS

Les débits de pompage des bassins n^{os} 2 et 3 vers le bassin n^o 3 et le bassin d'accumulation, respectivement, sont déterminés de telle sorte que les deux bassins 2 et 3 soient vidangés en 72 h (3 jours) lors de la crue du projet. Les volumes de stockage recommandés pour les bassins n^{os} 2 et 3, ainsi que les débits de pompage, sont présentés au tableau 8. Les figures 5 et 6 présentent la variation en fonction du temps de la profondeur d'eau, du volume d'eau, du débit entrant et du débit de débordement des deux bassins 2 et 3 respectivement.

Chacun des deux bassins n^{os} 2 et 3 sera muni d'un déversoir d'urgence qui sera dimensionné afin d'évacuer les pluies de récurrence supérieure à 1 :100 ans jusqu'à la pluie maximale probable. Cette étape de dimensionnement sera réalisée durant l'ingénierie de faisabilité.

⁴ Le débit de pompage nécessaire pour vidanger la fosse en 5 jours lors d'une pluie de récurrence 1 :100 ans incluant la fonte moyenne de neige sur une période de 21 jours et une augmentation de 18 % des précipitations due aux changements climatiques.

Tableau 8 Volume de stockage des bassins 2 et 3

Bassin	Bassin 2	Bassin 3
Volume (m ³)	72 700	95 000
Débit de pompage (m ³ /h)	1 116 m ³ /h	3 060 m ³ /h
Débit de pompage (m ³ /s)	0,31	0,85

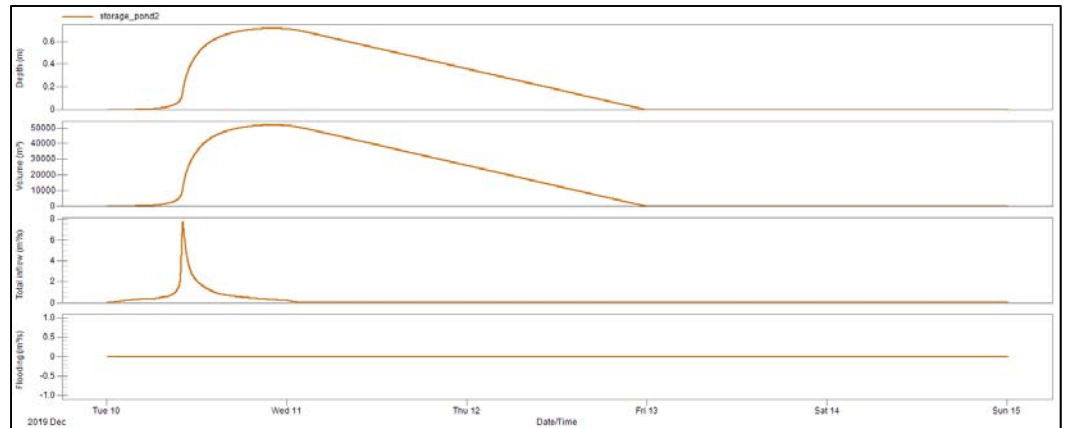


Figure 5 Variation en fonction du temps de la profondeur d'eau, du volume d'eau, du débit entrant et du débit de débordement du bassin 2.

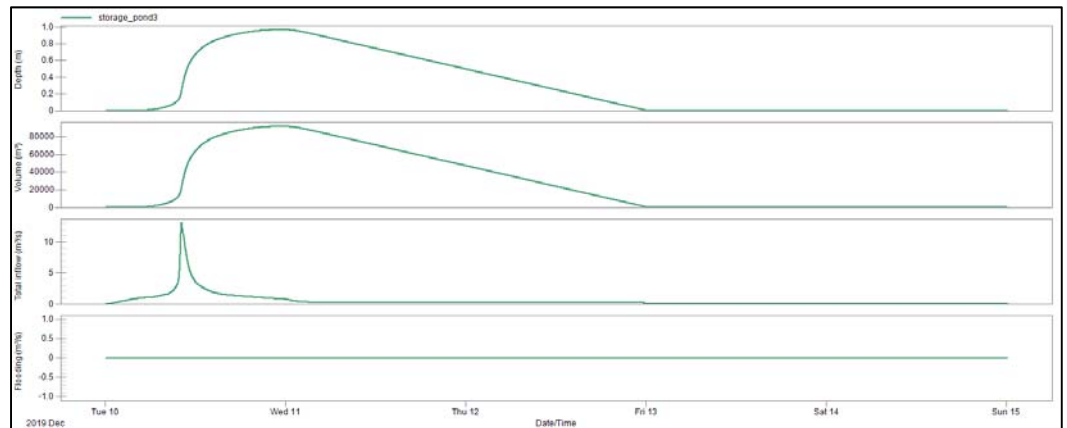


Figure 6 Variation en fonction du temps de la profondeur d'eau, du volume d'eau, du débit entrant et du débit de débordement du bassin 3.

4. BASSIN D'ACCUMULATION

CRITÈRES DE CONCEPTION

La conception du réseau de drainage comprend un bassin d'accumulation pour collecter les eaux de ruissellement provenant du secteur industriel et de la halde de co-déposition, et le pompage de la fosse au point bas identifié sur le site en amont de l'usine de traitement des eaux. La conception et l'opération du bassin d'accumulation devront respecter les recommandations pour les ouvrages de rétention avec retenue d'eau au sens de la section 2.9.3.1 de la D019. Pour les résidus miniers qui ne sont pas acidogènes, radioactifs ou à risques élevés, la récurrence de base à utiliser pour la conception du bassin est 1 :1000 ans.

Le bassin d'accumulation a été conçu pour capter adéquatement une crue de récurrence 1 :1000 ans, d'une durée de 24 h combinée à la fonte moyenne de neige sur une période de 21 jours (la quantité de neige est celle qui correspond au maximum prévisible pour une récurrence de 100 ans). La pluie utilisée pour la conception incluait une augmentation de 18 %⁵ conformément aux recommandations sur les majorations à considérer pour les courbes Intensité-Durée-Fréquence (IDF) aux horizons 2040-2070 et 2070-2100 pour l'ensemble du Québec, PHASE II, réalisées par l'Institut national de la recherche scientifique (INRS) pour le compte du ministère des Transports du Québec (MTQ) (Mailhot et al., 2014), afin de tenir compte des changements climatiques.

De plus, il est prévu que le bassin d'accumulation soit muni d'un déversoir d'urgence pour évacuer de façon sécuritaire une crue supérieure à la crue de projet, et ainsi éviter une rupture de l'ouvrage. Ce déversoir d'urgence sera dimensionné lors de la prochaine phase d'ingénierie.

DONNÉES DE MODÉLISATION

La conception du bassin d'accumulation s'est faite à l'aide d'une modélisation sur le logiciel PCSWMM. La distribution SCS type II a été adoptée pour simuler la crue de projet. Le tableau 9 montre la crue de projet utilisée et la figure 5 présente sa distribution sur 24 heures.

Tableau 9 Détails sur la crue du projet.

Pluie de récurrence 1 :1000 ans⁶	102,51 mm/24 h
Pluie de récurrence 1 :1000 ans majorée de 18 %	120,96 mm/24 h
Fonte moyenne de neige sur 21 jours (basée sur la qté de neige de récurrence 100 ans)	17,57 mm/24h
Crue totale de projet	138,53 mm/24h

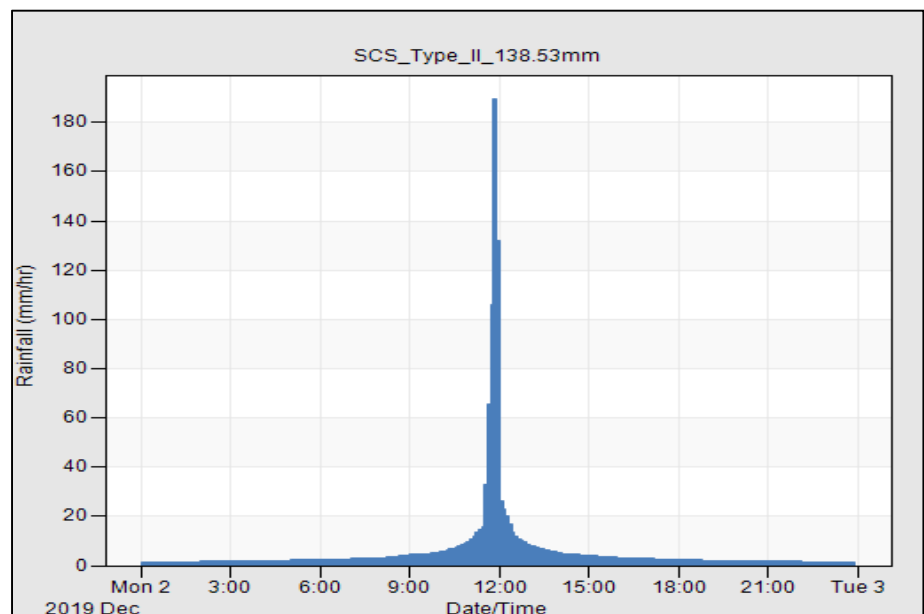


Figure 7 Distribution SCS type II pour la crue de projet

⁵ <https://www.ouranos.ca/publication-scientifique/SyntheseRapportfinal.pdf>

⁶ Calculé avec ajustement statistique à la loi de Gumble en utilisant la série de données mensuelle de la station La Grande rivière A de 1976 à 2012.

RÉSULTATS

À la suite de la modélisation 2D, le bassin d'accumulation devrait avoir un volume de 267 200 m³. La figure 8 présente la variation en fonction du temps de la profondeur d'eau, du volume d'eau, du débit entrant et du débit de débordement de bassin d'accumulation.

Le bassin d'accumulation sera muni d'un déversoir d'urgence qui sera dimensionné afin d'évacuer les pluies de récurrence supérieure à 1 :1000 ans jusqu'à la pluie maximale probable. Cette étape de dimensionnement sera réalisée durant l'ingénierie de faisabilité.

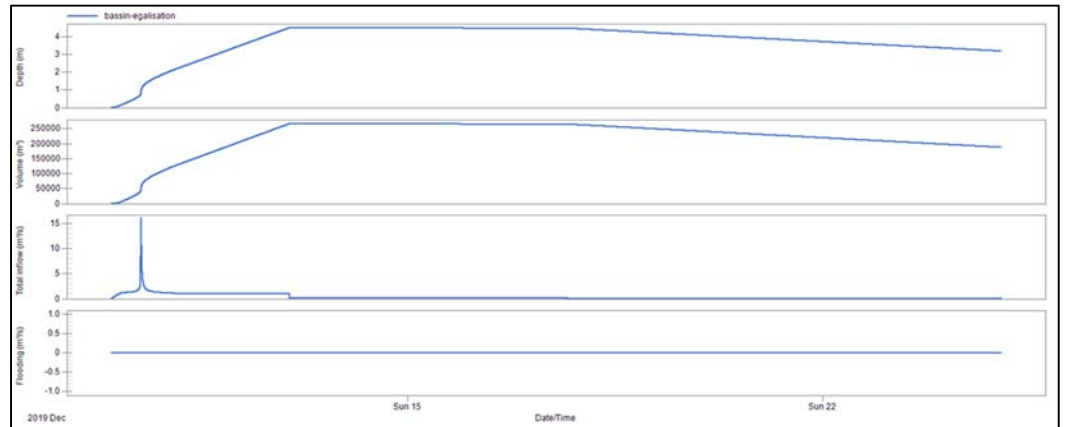


Figure 8 Variation en fonction du temps de la profondeur d'eau, du volume d'eau, du débit entrant et du débit de débordement du bassin d'accumulation

Préparé par :

Révisé par :

<originale signé par>

<originale signé par>

Amina Sami, CPI., M. Ing.
Professionnelle jr. - Gestion de l'eau

Slim Kouki, Ing., Ph.D.
Chargé de projets - Gestion de l'eau

AS/SK/lp

p. j. Annexes

RÉFÉRENCES

- IPCC, 2014: Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Core Writing Team, R.K. Pachauri and L.A. Meyer (Eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland, 151 pp.
- Mailhot, Alain, Gérémy Panthou, and Guillaume Talbot. (2014). Recommandations sur les majorations à considérer pour les courbes Intensité-Durée-Fréquence (IDF) aux horizons 2040-2070 et 2070-2100 pour l'ensemble du Québec PHASE II. No. R1515. INRS, Centre Eau Terre Environnement.
- Ouranos. (2015). Vers l'adaptation. Synthèse des connaissances sur les changements climatiques au Québec (2015th ed.). Montréal, Québec: Ouranos.



ANNEXE 1

TABLEAUX



Tableau 10 Données climatiques pour les conditions moyennes

Month	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre	Total
Pluie (mm/mois) ¹	0	1	3	13	28	63	79	91	107	56	12	2	454
Neige (cm/mois) ¹	33	23	29	21	12	3	0	0	4	32	60	44	261
Fonte de neige(mm/mois) ²	0	0	0	14	201	3	0	0	4	32	7	0	261
Température (°C) ¹	-23.2	-21.6	-14.5	-5	4.3	10.8	14.2	13.1	8.1	1.7	-6.1	-16	-2.9
Evapotranspiration Potentielle (mm/month) ³	0	0	0	0	62	94	113	99	58	0	0	0	426
Fonte de neige (mm/mois) ⁴ +CC	0	0	0	14	201	3	0	0	4	32	7	0	261
Pluie (mm/mois) ⁴ + Changement climatique	0	1	3	13	28	63	79	91	107	56	12	2	454

1 Données des normales climatiques canadiennes 1981-2010 de la station météorologique de La Grande Rivière A, ID climatique 7093715.

2 Fonte des neiges calculée avec la méthode des degrés-jours à l'aide de l'équation de Pysklywec et Bray (1968).

3 Calculé par la méthode Throntwait à l'aide des données de température moyenne de la station La Grande Rivière A de 1977 à 2002

4 Les données de précipitations ont été majorées de 11,5 % pour prendre en compte l'effet du changement climatique



Tableau 11 Bilan d'eau global du site minier Rose Lithium -Conditions sèches

Intrant/Extrant	Code	Description	Phase 1	Phase 2
			m³/an	m³/an
Bassin versant du tablier industriel et de la halde à minerai				
Intrant	R1	Précipitation	211 074	211 074
Intrant	F1	Puits de dénoyage en périphérie de la fosse pompe n° 1	464 280	464 280
Intrant	P6	Eau contenue dans le minerai alimenté	94 190	94 190
Extrant	M1	Abattement de la poussière	7 500	7 500
Extrant	D1	Infiltration dans le sol	80 600	80 600
Extrant	E1	Évaporation	-	-
Extrant	D2	Eaux usées vers le champ d'épuration	61 320	61 320
Extrant	P7	Eau contenue dans les concentrés	2 336	2 336
Extrant	P9	Eau évaporée des concentrés	115 340	115 340
Extrant	P8	Eau contenue dans les résidus vers le bassin versant de la halde de co-déposition	172 645	172 645
Extrant	P10	Pertes diverses à l'usine	5 585	5 585
Extrant	P5	Surplus eau de procédé vers le bassin versant de l'installation de traitement de l'eau	324 219	324 219
Bassin versant de la halde de co-déposition				
Intrant	R3	Précipitation	385 388	1 107 336
Intrant	P8	Eau contenue dans les résidus arrivant du bassin versant du tablier industriel et de la halde à minerai	172 645	172 645
Extrant	D4	Infiltration dans le sol	160 468	422 842
Extrant	E3	Évaporation	-	-
Extrant	P2	Eau rejetée - phase 1 : précipitation + eau des résidus, phase 2 : précipitation	397 565	242 843
Extrant	P3	Eau rejetée - phase 2: précipitation + eau des résidus	NA	614 296
Bassin versant des chantiers miniers				
Intrant	R2	Précipitation	552 783	552 783
Intrant	S1	Eau d'exfiltration	3 832 500	3 832 500
Extrant	E2	Évaporation	513 993	513 993
Extrant	D3	Puits de dénoyage en périphérie de la fosse, pompes n°s 2 à 8 (eau de non-contact)	630 720	5 010 720
Extrant	P1	Eau dénoyage de la fosse	3 871 290	3 871 290
Extrant	F1	Puits de dénoyage en périphérie de la fosse, pompe n° 1	464 280	464 280
Bassin versant des installations de résidus miniers				
Intrant	P3	Eau rejetée de la halde de co-déposition - phase 2 : précipitation + eau des résidus	NA	614 296
Intrant	R5	Précipitation	27 226	27 226
Extrant	E5	Évaporation	14 469	20 670
Extrant	D7	Infiltration dans le sol	-	-
Extrant	P4	Phase 2: eau rejetée du bassin des haldes à stérile n°s 2 et 3	12 757	620 852
Bassin versant de l'installation de traitement de l'eau				
Intrant	P1	Eau dénoyage de la fosse	3 871 290	3 871 290
Intrant	P2	Eau rejetée de la halde de co-déposition - phase 1 : précipitation + eau des résidus, phase 2 : précipitation	397 565	242 843
Intrant	P4	Phase 2 : eau rejetée du bassin des haldes à stérile n°s 2 et 3	-	620852
Intrant	P5	Eau provenant du bassin du tablier industriel et de la halde à minerai	324 219	324 219
Intrant	R4	Précipitation	25 110	25 110
Extrant	E4	Évaporation	19 063	19 063
Extrant	D6	Infiltration dans le sol	-	-
Extrant	D5	Eau traitée par vers le ruisseau A	4 611 878	5 065 251



Tableau 12 Bilan d'eau global du site minier Rose Lithium -Conditions humides.

Intrant/Extrant	Code	Description	Phase 1	Phase 2
			m³/an	m³/an
Bassin versant du tablier industriel et de la halde à minerai				
Intrant	R1	Précipitation	375 540	375 540
Intrant	F1	Puits de dénoyage en périphérie de la fosse pompe no.1	464 280	464 280
Intrant	P6	Eau contenue dans le minerai alimenté	94 190	94 190
Extrant	M1	Abattement de la poussière	7 500	7 500
Extrant	D1	Infiltration dans le sol	80 600	80 600
Extrant	E1	Évaporation	-	-
Extrant	D2	Eaux usées vers le champ d'épuration	61 320	61 320
Extrant	P7	Eau contenue dans les concentrés	2 336	2 336
Extrant	P9	Eau évaporée des concentrés	115 340	115 340
Extrant	P8	Eau contenue dans les résidus vers le bassin versant de la halde de co-déposition	172 645	172 645
Extrant	P10	Pertes diverses à l'usine	5 585	5 585
Extrant	P5	Surplus eau de procédé vers le bassin versant de l'installation de traitement de l'eau	488 685	488 685
Bassin versant de la halde de co-déposition				
Intrant	R3	Précipitation	685 398	1 970 154
Intrant	P8	Eau contenue dans les résidus arrivant du bassin versant du tablier industriel et de la halde à minerai	172 645	172 645
Extrant	D4	Infiltration dans le sol	160 468	422 842
Extrant	E3	Évaporation	-	-
Extrant	P2	Eau rejetée - phase 1: précipitation + eau des résidus, phase 2 : précipitation	697 575	548 951
Extrant	P3	Eau rejetée - phase 2: précipitation + eau des résidus	NA	1 171 006
Bassin versant des chantiers miniers				
Intrant	R2	Précipitation	984 281	984 281
Intrant	S1	Eau d'exfiltration	3 832 500	3 832 500
Extrant	E2	Évaporation	513 993	513 993
Extrant	D3	Puits de dénoyage en périphérie de la fosse, pompes n° 2 à 8 (eau de non-contact)	630 720	5 010 720
Extrant	P1	Eau dénoyage de la fosse	4 302 788	4 302 788
Extrant	F1	Puits de dénoyage en périphérie de la fosse pompe n° 1	464 280	464 280
Bassin versant des installations de résidus miniers				
Intrant	P3	Eau rejetée de la halde de co-déposition - phase 2 : précipitation + eau des résidus	NA	1 171 006
Intrant	R5	Précipitation	48 658	48 658
Extrant	E5	Évaporation	14 469	20 670
Extrant	D7	Infiltration dans le sol	-	-
Extrant	P4	Phase 2: eau rejetée du bassin des haldes à stérile n° 2 et 3	34 189	1 198 994
Bassin versant de l'installation de traitement de l'eau				
Intrant	P1	Eau dénoyage de la fosse	4 302 788	4 302 788
Intrant	P2	Eau rejetée de la halde de co-déposition - phase 1 : précipitation + eau des résidus, phase 2: précipitation	697 575	548 951
Intrant	P4	Phase 2: eau rejetée du bassin des haldes à stérile n° 2 et 3	-	1198994
Intrant	P5	Eau provenant du bassin du tablier industriel et de la halde à minerai	488 685	488 685
Intrant	R4	Précipitation	44 876	44 876
Extrant	E4	Évaporation	19 063	19 063
Extrant	D6	Infiltration dans le sol	-	-
Extrant	D5	Eau traitée par vers le ruisseau A	5 549 050	6 565 231

ANNEXE 2
FIGURE

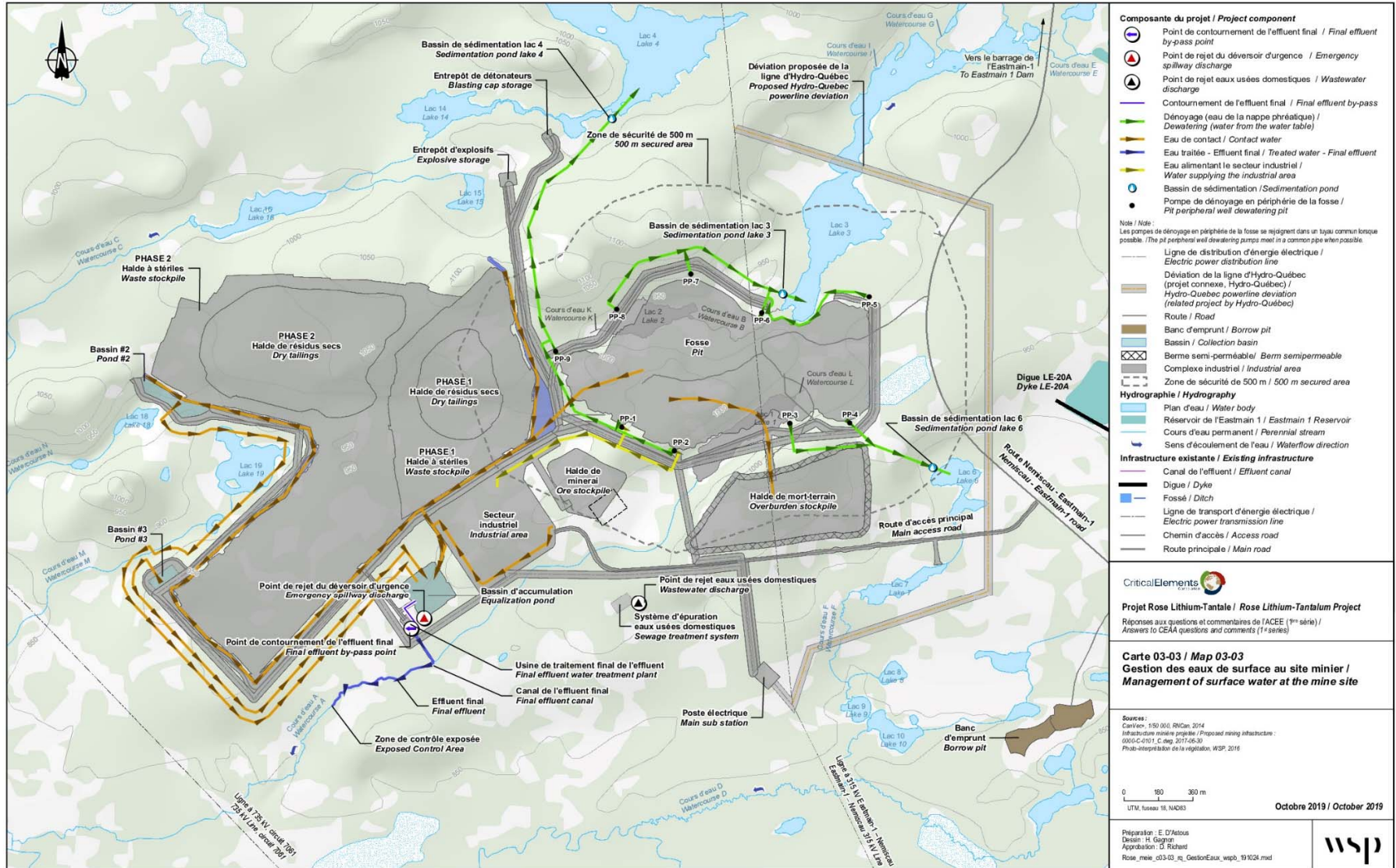


Figure 9 Gestion des eaux de surface au site minier