

PROGRAMME DE TRAVAIL

Sommaire du programme de caractérisation des IGRM - Site Norbec

Projet Horne 5 - Falco Ressources

Soumettre à:

Hélène Cartier, ing. LL.B, Vice-présidente, Environnement et développement durable
Falco Resources Ltd.
1100, av. des Canadiens-de-Montréal, bureau 300
Montréal (Québec) H3B 2S2

Proposé par:

Golder Associés Ltée

7250, rue du Mile End, 3e étage, Montréal (Québec) H2R 3A4, Canada

+1 514 383 0990

1787678-SCO020-Rev1

20 juillet 2018

Liste de distribution

1 copie électronique - Falco Ressources

1 copie électronique - Golder Associés Ltée

Table des matières

1.0	INTRODUCTION	1
2.0	CONTEXTE GÉNÉRAL DE L'ÉTUDE ET OBJECTIFS	1
3.0	PROGRAMME DE CARACTERISATION DU SITE NORBEC	1
3.1	Hydrogéologie	1
3.2	Géochimie	3
3.3	Géotechnique	4
3.3.1	Banc d'emprunt	4
3.3.2	Relevés géophysiques	4
3.3.3	Investigation géotechnique par forage	5
4.0	CALENDRIER D'EXECUTION DES TRAVAUX	7

TABLEAUX

Tableau 1: Programme d'analyses chimiques - sols	2
Tableau 2: Programme d'analyses chimiques – eaux souterraines et eaux de surface	2
Tableau 3: Méthodes analytiques et physicochimiques pour les analyses sur les résidus et les sédiments	4
Tableau 4: Calendrier des travaux	8

FIGURES (après le texte)

Figure 1 : Emplacement des sondages proposés – Étape 1

1.0 INTRODUCTION

Dans le cadre du développement du projet minier Horne 5 dans la municipalité de Rouyn-Noranda (QC), Falco Ressources Ltd. (Falco) a mandaté Golder Associés Ltée (Golder) afin de réaliser une investigation géotechnique et hydrogéologique à l'endroit des installations de gestion des résidus miniers (IGRM) en surface au site de l'ancienne mine Norbec. Rappelons que le site Norbec a été choisi au terme de l'étude de sélection de site comme le site le plus avantageux pour le développement des IGRM. Ce plan d'investigation détaillé a été développé en soutien aux activités de modélisation et de conception détaillées des IGRM.

2.0 CONTEXTE GÉNÉRAL DE L'ÉTUDE ET OBJECTIFS

L'étude de faisabilité pour les IGRM a été complétée par Golder en octobre 2017 (Golder, 2017). Cette étude comprenait la conception pour la construction par étapes des IGRM, la conception de la gestion des eaux en opération, et le concept de restauration des IGRM. Des recommandations pour un programme détaillé d'investigation in situ et des essais au laboratoire pour la conception détaillée des structures ont été présentés dans le rapport et incluaient des activités de soutien pour les aspects suivants :

- Etat de référence et protection des eaux souterraines;
- Analyses sismiques;
- Caractérisation géotechnique et géochimique des résidus;
- Conception des digues;
- Matériaux de construction;
- Suivi de la performance géotechnique;
- Gestion de l'eau; et
- Plan d'urgence.

Le principal objectif de ce plan de travail est de définir les détails des activités d'investigation pour soutenir la conception détaillée et pour répondre aux questions reçues dans le cadre du processus d'analyses de l'étude d'impact environnemental du projet Horne-5.

3.0 PROGRAMME DE CARACTERISATION DU SITE NORBEC

3.1 Hydrogéologie

L'objectif du programme d'investigation hydrogéologique est de confirmer l'état de référence pour le sens d'écoulement des eaux souterraines et de définir l'état de référence en termes de la qualité d'eau souterraine et des propriétés hydrogéologiques du roc et des sols au site des IGRM. Les informations obtenues seront ensuite utilisées pour mettre à jour la modélisation hydrogéologique préliminaire des impacts potentiels sur la qualité de l'eau souterraine du parc à résidus du site Norbec (Golder, 2018).

Pour optimiser les coûts et les ressources, les investigations hydrogéologiques et géotechniques seront réalisées de façon simultanée, lorsque possible. Certains des forages géotechniques seront utilisés pour installer des puits d'observation.

L'investigation inclura les tâches suivantes :

- Des puits d'observations à deux niveaux seront installés à 12 endroits. Une crépine sera installée au roc et l'autre dans les dépôts meubles. Des analyses chimiques seront effectuées sur des échantillons d'eau prélevés dans ces puits d'observation à au moins deux reprises afin d'établir l'état de référence. Des mesures de niveau d'eau seront également effectuées.
- Des analyses chimiques seront réalisées sur un échantillon de sol par forage (tableau 1). Au total 13 échantillons seront analysés, incluant un duplicita.
- Des essais de perméabilité seront effectués dans les puits pour établir la conductivité hydraulique. Des essais par obturateurs pneumatiques (Packer) seront également effectués pour évaluer la conductivité hydraulique du socle rocheux sous les digues (là où nécessaire) et à l'endroit des éléments structuraux cartographiés dans l'empreinte du parc à résidus.
- Des échantillons d'eau souterraine seront pris deux fois dans chaque nouveau puits. Au total 54 échantillons seront analysés, incluant trois duplicitas. Le programme analytique proposé est présenté dans le tableau 2 ci-dessous.
- Des échantillons des eaux de surface seront collectés à trois endroits : au point de décharge du lac Vauze, dans le ruisseau situé en aval de la digue RCP-B et au ruisseau Vauze (en aval du site existant). Le programme analytique proposé est présenté également dans le tableau 2.

Tableau 1: Programme d'analyses chimiques - sols

Groupe de paramètres	Liste complète
Composés organiques	Hydrocarbures pétroliers (C10-C50) BTEX Hydrocarbures aromatiques polycycliques (si HP C10-C50 détectés)
Composés inorganiques	Métaux, soufre, pH et COT

Tableau 2: Programme d'analyses chimiques – eaux souterraines et eaux de surface

Groupe de paramètres	Liste complète
Paramètres physico-chimiques mesurés au terrain	Conductivité électrique, pH, température, potentiel d'oxydo-réduction
Paramètres physico-chimiques mesurés au laboratoire	Conductivité électrique, pH
Composés organiques	Hydrocarbures pétroliers (C10-C50) BTEX Hydrocarbures aromatiques polycycliques (si HP C10-C50 détectés)

Groupe de paramètres	Liste complète
Composés inorganiques	Métaux dissous (Ag, Al, As, B, Ba, Be, Bi, Ca, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Hg, K, Li, Mg, Mn, Mo, Na, Ni, Pb, Sb, Se, Si, Sn, Sr, Te, Ti, Tl, V, U, Zn) Chrome hexavalent (Cr6+) Azote ammoniacal (N-NH3), azote totale kjeldahl (TKN), nitrite, nitrate CN-total, -disponible et -libre; CNO et SCN Bromures (Br-), chlorures (Cl), fluorures (F) Carbonates, bicarbonates, phosphore total Alcalinité, dureté, solides dissous totaux Sulfures (S=), sulfates (SO4), thiosulfates

3.2 Géochimie

L'objectif du programme géochimique est de: 1) déterminer la qualité de l'eau dans les pores des anciens résidus et des sédiments dans les bassins de gestion de l'eau, étant donné que c'est l'eau des pores qui sera la première source de contamination potentielle des eaux souterraines dans l'empreinte du parc à résidus proposé; et 2) déterminer les paramètres géochimiques d'intérêts en termes de drainage minier acide et de lixiviation des métaux pour les anciens résidus et les sédiments/boues des divers bassins.

Une revue des données de qualité d'eau provenant des puits installés et qui seront installés dans les résidus et dans les sédiments des divers bassins, sera faite afin de déterminer la qualité de l'eau des pores.

Les stations d'échantillonnage sont indiquées sur la figure 1 et une liste des types d'échantillonnage pour la caractérisation géochimique est présentée ci-dessous :

- Les résidus existants dans le parc n° 2 seront échantillonnés par la réalisation de six tranchées (pour un total de 18 échantillons);
- Quatre forages sur la surface du parc seront échantillonnés pour évaluer le profile vertical des résidus (pour un total de 16 échantillons);
- Trois puits d'observation sur la surface du parc où seront également prélevés des résidus en profondeur (pour un total de 12 échantillons);
- Les sédiments des divers bassins seront échantillonnés dans les forages (pour un total de 8 échantillons);
- Les sédiments de l'aire d'effluent vers le lac Waite seront échantillonnés par la réalisation de trois tranchées (pour un total de 9 échantillons);
- Les eaux de surface seront échantillonnées des bassins (8 échantillons).

Les types d'analyses sont fournis dans le tableau 3. Les analyses pour les échantillons d'eaux de surface sont présentées dans le tableau 2. Les analyses géochimiques seront réalisées au laboratoire SGS à Lakefield (ON), qui est un laboratoire accrédité par le Centre d'expertise en analyse environnementale du Québec (CEAEQ).

Tableau 3: Méthodes analytiques et physicochimiques pour les analyses sur les résidus et les sédiments

Méthodes	Liste des paramètres
Éléments majeurs par XRF	Al, Si, Fe, Ca, Mg, Mn, K, Na, Ti, Cr, V, P comme oxydes
Bilan acide base selon la méthode MA.110 ACISOL 1.0 du CEAEQ	C total, C total organique, CO ₃ équiv, S total, S-sulfate, S-sulfure, PN, PA, pH en pâte.
Analyse des métaux extractibles (ICP-MS) selon la méthode MA.200 -Mét.1.2 du CEAEQ	Al, Sb, Ag, As, Ba, Be, Bi, B, Cd, Ca, Cr, Co, Cu, Sn, Fe, Li, Mg, Mn, Hg, Mo, Ni, Pb, K, Se, Na, Sr, Te, Ti, Tl, Th, U, V, W, Y et Zn
Un ou deux tests de lixiviation statiques selon la méthode MA. 100 - Lix.com.1.1 du CEAEQ : SPLP (Synthetic Precipitation Leaching Procedure; acid rain simulation); et/ou CTEU-9 (distilled water leach extraction)	Conductivité, alkalinité, pH, Cl, Br, F, SO ₄ , PO ₄ , nitrite, nitrate, carbonates, bicarbonates, CN-total, CN-disponible et CN-libre, CNO, SCN et les métaux dissous suivants: Al, Sb, Ag, As, Ba, Be, Bi, B, Cd, Ca, Cr, Co, Cu, Sn, Fe, Li, Mg, Mn, Hg, Mo, Ni, P total, Pb, K, Si, Se, Na, Sr, Te, Ti, Tl, Th, U, V, W et Zn.
Des essais TCLP seront réalisés sur une sélection d'échantillons selon les recommandations de la Directive 019	Conductivité, alkalinité, pH, Cl, Br, F, SO ₄ , PO ₄ , nitrite, nitrate, carbonates, bicarbonates, et les métaux dissous suivants: Al, Sb, Ag, As, Ba, Be, Bi, B, Cd, Ca, Cr, Co, Cu, Sn, Fe, Li, Mg, Mn, Hg, Mo, Ni, P total, Pb, K, Si, Se, Na, Sr, Te, Ti, Tl, Th, U, V, W et Zn.

Une fois les résultats compilés, une analyse statistique sera réalisée pour définir si le nombre d'échantillons collectés est suffisant pour représenter la variabilité de la composition chimique observée dans les résidus.

3.3 Géotechnique

L'investigation géotechnique inclura la réalisation de photo-interprétation pour identifier les possibles bancs d'emprunt pour les matériaux de construction, un relevé géophysique de l'empreinte des IGRM et des digues, ainsi qu'une investigation par forage du roc et des sols.

3.3.1 Banc d'emprunt

La photo-interprétation permet d'identifier les possibles bancs d'emprunt et ceux-ci peuvent par la suite être confirmés au moyen de tranchées. Ainsi, une étude par photo-interprétation sera effectuée à l'été 2018 et des tranchées pourront être effectuées par la suite dans les secteurs d'intérêt.

3.3.2 Relevés géophysiques

Un relevé géophysique aéroporté pour évaluer les épaisseurs des sols et le contact au roc dans l'empreinte du parc à résidus sera effectué. Celui-ci permettra une identification rapide des secteurs présentant des épaisseurs plus importantes de sols. Cette méthode est considérée pour acquérir de l'information rapidement sans égard à la complexité de l'accès au site qui est recouvert d'étendues d'eau et de milieux humides.

Des relevés géophysiques au sol (résistivité ou sismique réfraction) dans l'axe des digues périphériques projetées seront effectués. Les relevés géophysiques au sol visent à optimiser l'emplacement des structures et seront corrélés avec les résultats des forages.

Des relevés bathymétriques seront effectués sur les étendues d'eau par le personnel de Golder pour déterminer leur profondeur.

3.3.3 Investigation géotechnique par forage

Des forages géotechniques seront réalisés pour caractériser les sols de fondation, pour mesurer la densité des sols au moyen d'essais de pénétration standard (SPT) et pour caractériser le socle rocheux. La figure 1 illustre la localisation des forages et des essais. Des échantillons de sols remaniés seront recueillis au moyen de cuillères fendues et des échantillons de sols non remaniés seront recueillis au moyen de tubes à paroi mince. Un carottage du socle rocheux sera effectué sur au moins 5 m et le roc sain devra être carotté sur une profondeur d'au moins 3 m avant de terminer le forage.

Des essais in situ de résistance au cisaillement des sols cohérents rencontrés seront effectués dans les sols cohérents au moyen du scissomètre de chantier de marque Nilcon.

Des essais au piézocône (CPT) seront effectués pour collecter de l'information géotechnique et pour mesurer les vitesses des ondes de cisaillement (V_s) en support à l'évaluation du potentiel de liquéfaction des sols de fondation et des résidus miniers existants.

Les forages qui ne seront pas convertis en puits d'observation seront colmatés par un coulis de ciment-bentonite.

Des essais de perméabilité seront effectués à l'endroit des forages. Des essais par obturateur pneumatiques Packer seront également effectués pour évaluer la conductivité hydraulique du socle rocheux sous les digues (là où nécessaire) et à l'endroit des éléments structuraux cartographiés dans l'empreinte du parc à résidus.

Dans la mesure du possible, les forages seront effectués au moyen de tarières évidées dans les sols naturels. Dans le socle rocheux, des tubages et un carottier devront être utilisés et ces méthodes nécessitent l'utilisation d'eau pour l'avancement. Il est prévu que l'eau utilisée pour les forages soit de qualité appropriée. Ainsi, des analyses chimiques de cette eau seront effectuées au préalable.

Des essais en laboratoire seront également effectués. Les essais sur les échantillons de sols comprendront des granulométries et sédimentométries, des teneurs en eau, des limites d'Atterberg, des essais de consolidations, des essais triaxiaux. Sur les échantillons de roc, des essais de compression uniaxiale seront effectués.

Un sommaire des méthodes et des essais proposés pour les diverses aires des IGRM est présenté ci-dessous :

■ Digue PFT-1

- Relevé de résistivité (approximativement 0,8 km linéaire).
- 4 forages géotechniques (FG) dans l'axe central. Échantillonnage de sols remaniés (CF) et non remaniés (tubes à paroi mince). Carottage du roc. Essais au scissomètre Nilcon, essais SPT et essais Packer.
- 4 forages géotechniques en périphérie de la digue (2 en amont, 2 en aval).
- 2 essais CPT.
- Programme d'essais en laboratoire sur les échantillons de sols (granulométries et sédimentométries, teneurs en eau, limites d'Atterberg, consolidations, triaxiaux) et sur les échantillons de roc (essais de compression uniaxiale).

- Installations de 2 puits d'observation en aval de la digue (suivi de la qualité de l'eau et essais de perméabilité).
- **Digue PFT-2 (bassin de polissage)**
 - Relevé de résistivité (approximativement 1,2 km linéaire).
 - 3 forages géotechniques dans l'axe central. Échantillonnage de sols remaniés (CF) et non remaniés (tubes à paroi mince). Carottage du roc. Essais Packer.
 - 5 forages géotechniques en amont (dans le bassin de polissage).
 - 5 essais CPT.
 - Essais au scissomètre Nilcon (sols cohérents) et essais SPT.
 - Programme d'essais en laboratoires sur les échantillons de sols (granulométries et sédimentométries, teneurs en eau, limites d'Atterberg, consolidations, triaxiaux) et sur les échantillons de roc (essais de compression uniaxiale).
 - Installations de 2 puits d'observation en aval de la digue (suivi de la qualité de l'eau et essais de perméabilité).
- **Digue PCT-A**
 - Relevé de résistivité (approximativement 0,6 km linéaire).
 - 2 forages géotechniques dans l'axe central. Échantillonnage de sols remaniés et non remaniés (tubes à paroi mince). Carottage du roc. Essais Packer.
 - 1 essai CPT.
 - Essais au scissomètre Nilcon (sols cohérents) et essais SPT.
 - Programme d'essais en laboratoire sur les échantillons de sols (granulométries et sédimentométries, teneurs en eau, limites d'Atterberg, consolidations, triaxiaux) et sur les échantillons de roc (essais de compression uniaxiale).
 - Installation d'un puits d'observation en aval de la digue (suivi de la qualité de l'eau et essais de perméabilité).
- **Digue PCT-B**
 - 1 forage géotechnique avec installation d'un puits d'observation en aval de la digue (suivi de la qualité de l'eau et essais de perméabilité).
 - Essais au scissomètre Nilcon (sols cohérents) et essais SPT.
 - Programme d'essais en laboratoire sur les échantillons de sols (granulométries et sédimentométries, teneurs en eau, limites d'Atterberg, consolidations, triaxiaux).
- **Digue Interne**
 - 4 forages géotechniques dans l'axe central. Échantillonnage de sols remaniés et non remaniés (tubes à paroi mince). Carottage du roc.
 - 2 essais CPT.

- Essais au scissomètre Nilcon (sols cohérents) et essais SPT.
- Programme d'essais en laboratoire sur les échantillons de sols (granulométries et sédimentométries, teneurs en eau, limites d'Atterberg, consolidations, triaxiaux) et sur les échantillons de roc (essais de compression uniaxiale).
- Installation d'un puits d'observation en aval de la digue (suivi de la qualité de l'eau et essais de perméabilité).
- **Digue médiane**
 - 3 forages géotechniques dans l'axe central. Échantillonnage de sols remaniés et non remaniés (tubes à paroi mince). Carottage du roc.
 - 2 essais CPT.
 - Essais au scissomètre Nilcon (sols cohérents) et essais SPT.
 - Programme d'essais en laboratoire sur les échantillons de sols (granulométries et sédimentométries, teneurs en eau, limites d'Atterberg, consolidations, triaxiaux) et sur les échantillons de roc (essais de compression uniaxiale).
- **Ailleurs dans l'empreinte intérieure du parc à résidus**
 - Environ 30 forages géotechniques et/ou CPT. Échantillonnage de sols remaniés et non remaniés (tubes à paroi mince). Carottage du roc. Échantillonnage pour caractérisation géochimique à diverses profondeurs.
 - Essais Packer à l'emplacement des structures géologiques cartographiées.
 - Essais au scissomètre Nilcon (sols cohérents) et essais SPT.
 - Environ 6 tranchées d'exploration (caractérisation géochimique dans l'empreinte du parc existant).
 - Programme d'essais en laboratoire sur les échantillons de sols (granulométries et sédimentométries, teneurs en eau, limites d'Atterberg, consolidations, triaxiaux, Proctor) et sur les échantillons de roc (essais de compression uniaxiale).
 - Installations de quatre puits d'observation en périphérie du site et sur le parc à résidus Norbec existant (suivi de la qualité de l'eau et essais de perméabilité).
- **Secteur de l'ancienne mine Vauze**
 - Environ 3 tranchées d'exploration seront effectuées dans le secteur de l'ancienne mine Vauze pour caractériser géochimiquement les sols en place. De plus, un puits d'observation sera installé dans le secteur tel que décrit dans la section de la digue PFT-2.

4.0 CALENDRIER D'EXECUTION DES TRAVAUX

L'investigation vise à soutenir la conception détaillée et la construction des IGRM, en particulier l'étape 1 de son développement, en plus de fournir des données de terrain suffisantes pour les études hydrogéologiques. Des investigations géotechniques subséquentes seront réalisées au fil des étapes de développement des IGRM. Les bénéfices potentiels de procéder par étape pour effectuer les travaux d'investigation comprennent la possibilité d'identifier des lacunes importantes au niveau de la conception, d'optimiser l'empreinte et le développement des IGRM, de différer les coûts en ciblant les besoins selon les conditions rencontrées à la

première investigation et de prendre en compte les considérations particulières par rapport à l'accessibilité au site. Les sols situés dans l'empreinte des zones humides et des étendues d'eau devront être investigués en hiver et une préparation adéquate des accès doit être planifiée.

Le tableau suivant présente le calendrier des travaux proposés.

Tableau 4: Calendrier des travaux

Tâche	Début	Fin
Relevé géophysique aéroporté	20 août 2018	27 août 2018
Campagne d'investigation estivale	3 septembre 2018	24 septembre 2018
Campagne d'investigation hivernale	14 janvier 2019	30 avril 2019
Relevés géophysiques au sol	1 juin 2019	15 juin 2019
Rapport préliminaire	-	30 juin 2019

Page Signatures

Golder Associés Ltée



Michel Mailloux, ing., M.Sc.A.
Associée

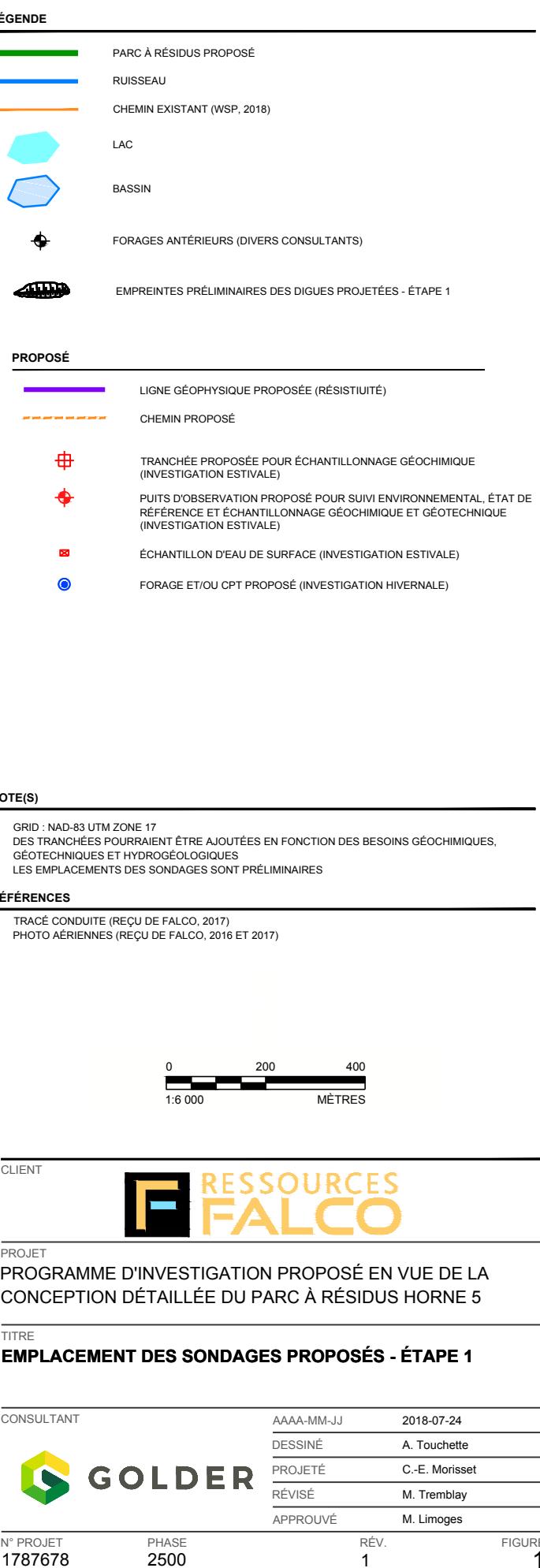
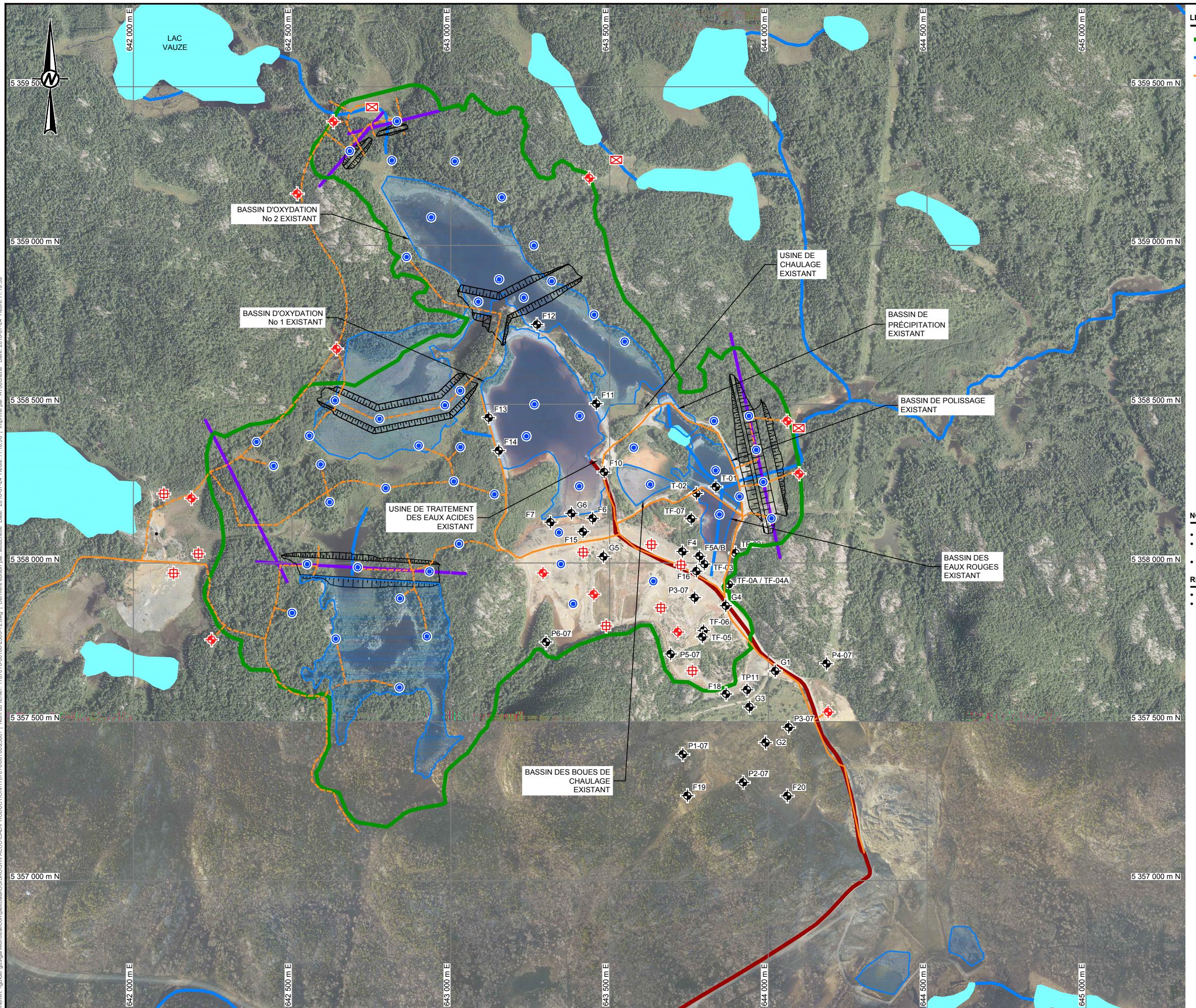


Pierre Groleau, ing., M.Sc.A.
Associé *principal*

MM/PG/og

Golder et le concept G sur son logo sont des marques de commerce de Golder Associates Corporation

https://golderassociates.sharepoint.com/sites/18883g/deliverables/preparation_of_deliverables/sco020-1787678-norbec_tailing_management_facility_site_charac_program/1787678-sco020-rev1.docx





golder.com