

PROJET DE MINE D'OR
EN GUYANE



Projet Montagne d'Or



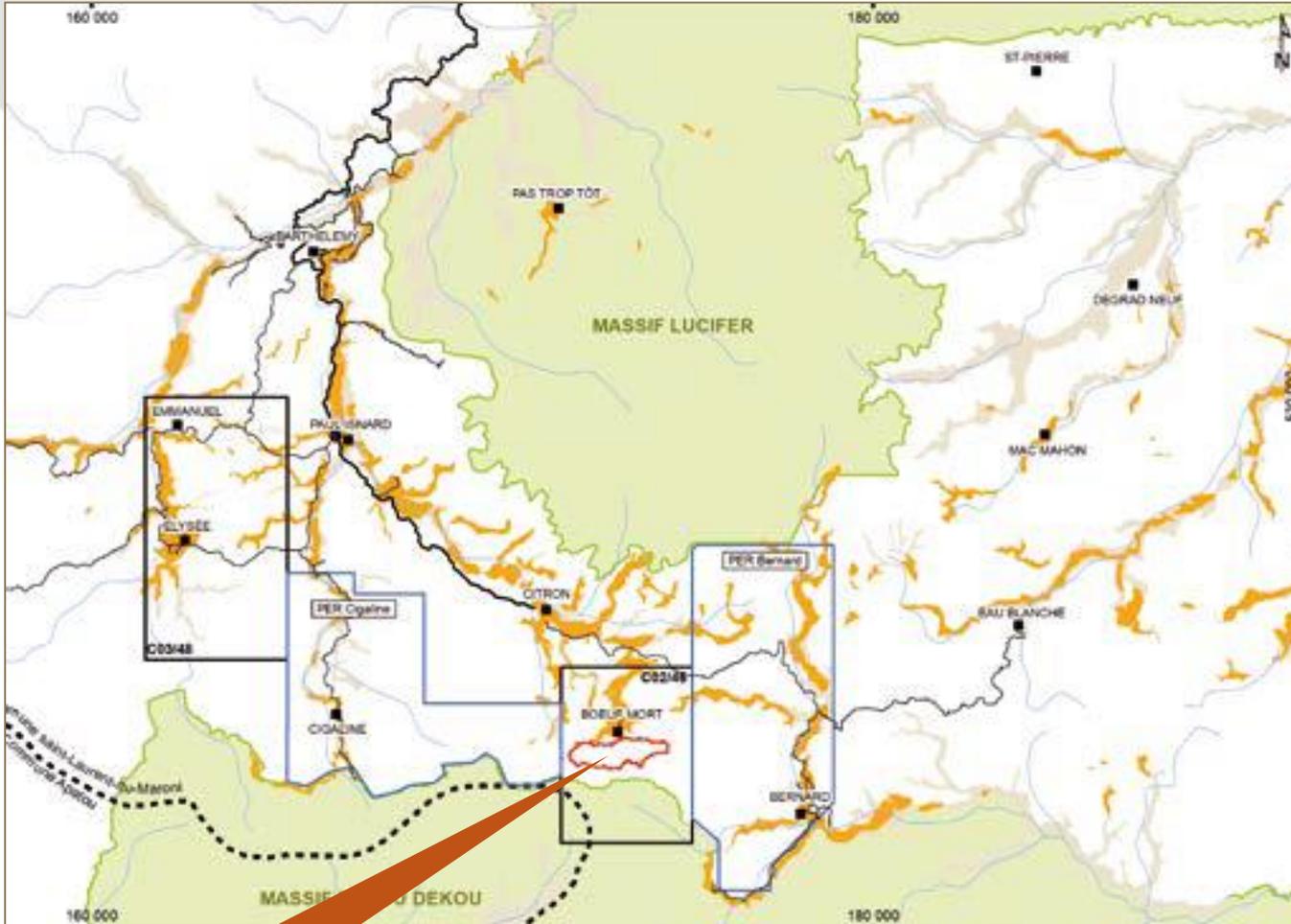
Atelier – La mine et l'environnement

Mardi 22 mai 2018 à Saint-Laurent-du-Maroni

An aerial photograph showing a large area of tropical forest that has been partially cleared. A dirt road winds through the cleared area, which is surrounded by dense green forest. The cleared area contains several small ponds and patches of brown earth. A large white circular graphic is overlaid on the right side of the image, containing the title text.

Le projet Montagne d'Or

La situation du projet au sein du territoire



- ▶ Dans une vallée surplombée par deux massifs reconnus pour leur biodiversité - RBI Lucifer Dékou-Dékou
- ▶ Activité minière autorisée par le Schéma départemental d'orientation minière (SDOM)

Montagne d'Or

Les installations du projet Montagne d'Or



L'USINE D'ÉMULSION

LA BASE-VIE

LE PARC À RÉSIDUS

LA PLATEFORME DE SERVICES

L'USINE DE TRAITEMENT

LES VERSES À STÉRILES

LA FOSSE MINIÈRE



LES RESSOURCES EN EAU



La pluviométrie du site



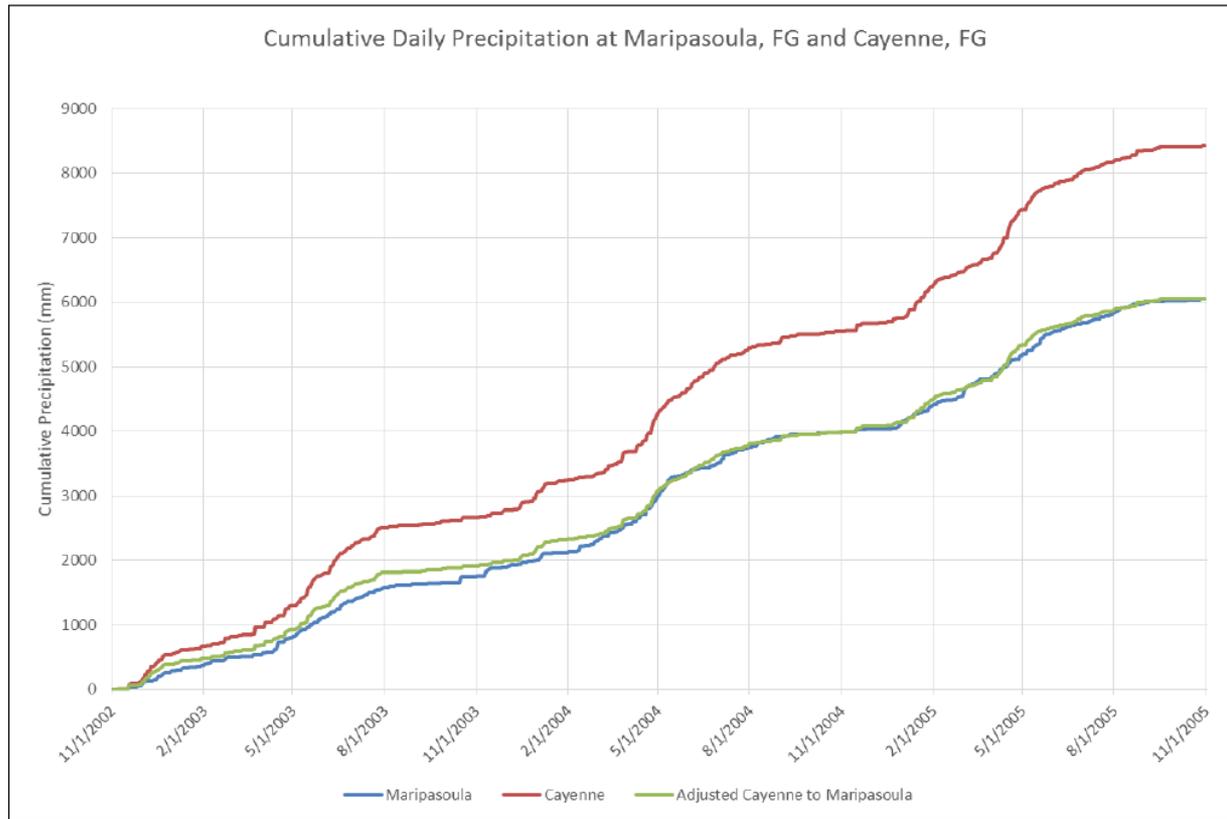
Données pluviométriques utilisées

- ▶ Station météorologique à **Bœuf Mort** (données juillet 2014 - décembre 2016)
- ▶ Utilisation des **données historiques** des stations météorologiques de Maripasoula et Cayenne afin de mieux **adapter les critères de conception** du projet





Comparaison des données climatiques



Ajustement des données de Cayenne à Maripasoula (facteur de 72%) – patron similaire

Ajustement données de Cayenne à MDO (facteur de 82%) – précipitations légèrement supérieures à celles enregistrées sur site:

- **données historiques ajustées 2 348 mm/an**
- **données enregistrées sur site 2 334 mm/an**



Bilan hydrique

**Pluviométrie moyenne
annuelle**

2 348 mm/an

100%

Ruissellement

707 mm/an

30%

Évapotranspiration

1 406 mm/an

60%

Infiltration (eau souterraine)

235 mm/an

10% (moyenne)





Précipitations maximales

La conception des infrastructures tient compte:

- ▶ du calcul de l'intensité des orages en 24 h à différentes périodes de récurrence selon la méthode Log-Pearson Type III
- ▶ de la Précipitation Maximale Probable (PMP) estimée selon la méthode de l'Organisation Météorologique Mondiale = **1 149 mm en 24 h**
- ▶ **Changement climatique:** évolution du climat vers une augmentation des phénomènes extrêmes - **épisodes pluvieux plus extrêmes** (BRGM, 2013)

Période de récurrence	Précipitation en 24 heures (mm)
2 ans	117,2
5 ans	179,0
10 ans	228,2
20 ans	282,2
50 ans	363,0
100 ans	432,6
200 ans	511,0
500 ans	628,9



Les eaux superficielles



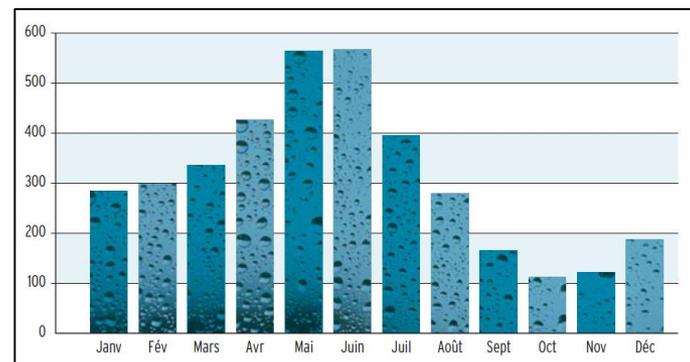
Etat des lieux du réseau hydrographique

► Suivi des criques du secteur d'étude

- Première caractérisation de l'hydrologie de ce secteur;
- Mise en place de 10 stations de suivi / 29 mois de données;
- Suivi des niveaux d'eau (sondes de niveau) et jaugeages des criques;
- Mesures de débits (saison des pluies et saison sèche).

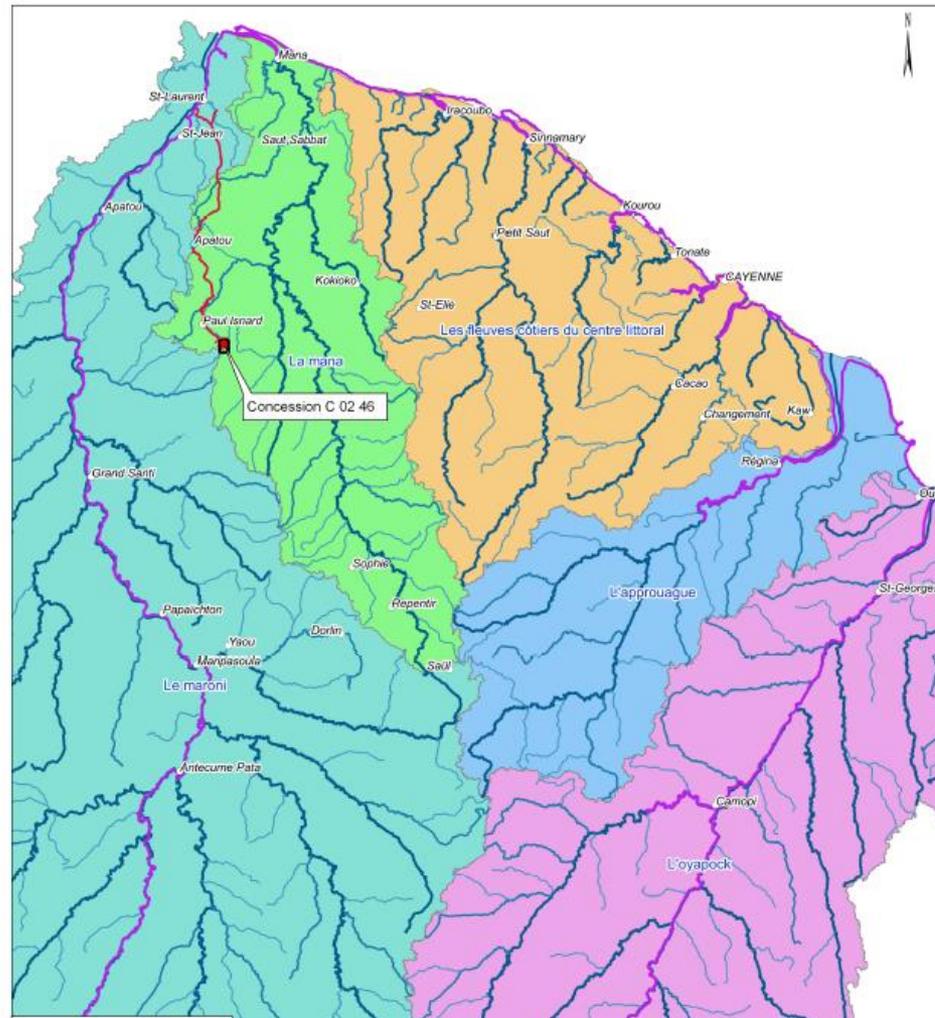
► Caractéristiques hydrologiques

- La Guyane présente un **réseau hydrographique** particulièrement **dense** - position dans la zone climatique équatoriale humide;
- Le régime hydrologique des criques est essentiellement **dépendant de la pluviométrie**;
- Les débits présentent des variations annuelles avec des **hautes eaux en mai-juin** et un **étiage en octobre-novembre**.





Bassins versants à l'échelle régionale

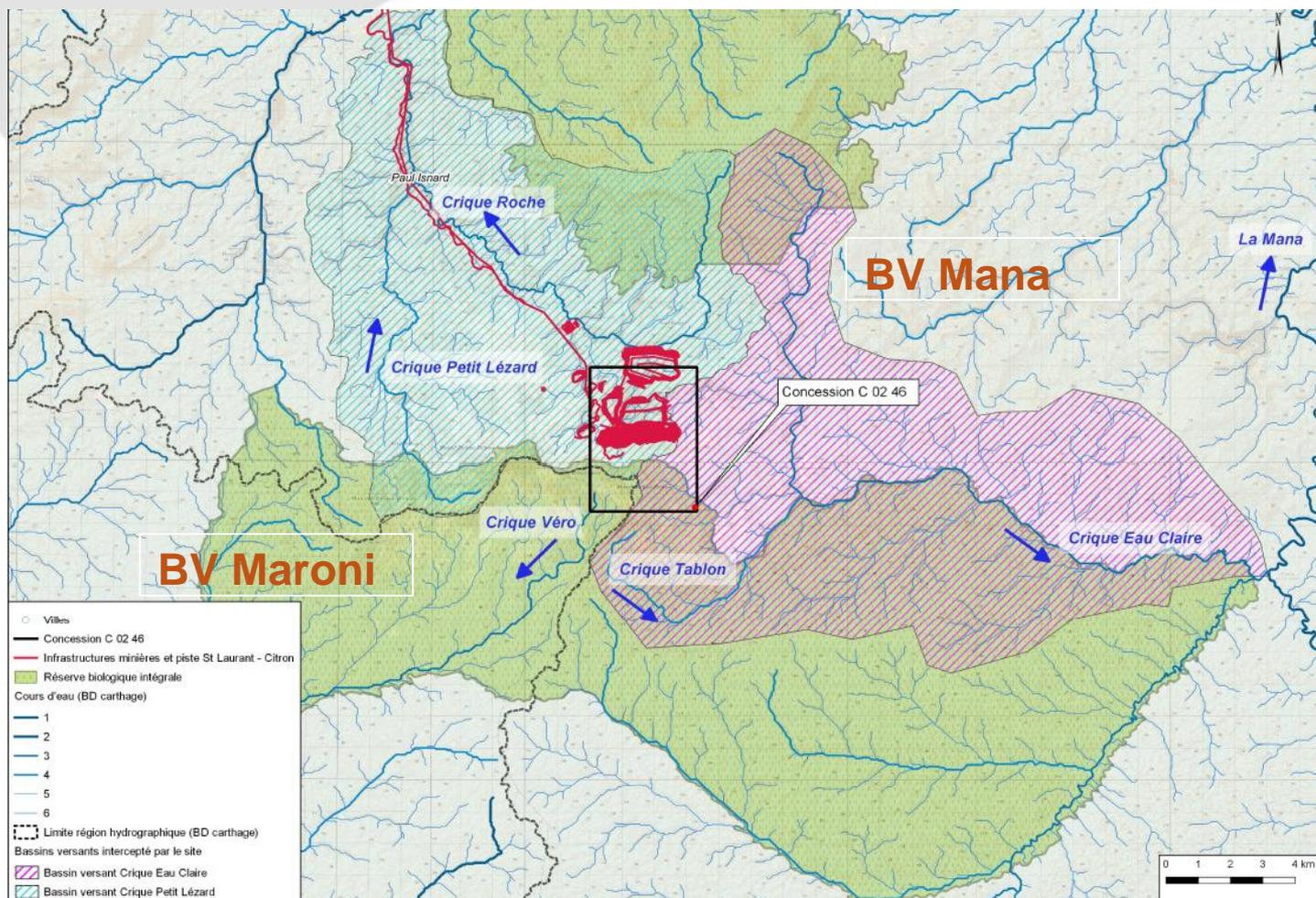


Le projet Montagne d'Or se situe dans le bassin versant de la Mana (12.090 km² - en vert)

Localisé en tête du bassin versant, avec petites criques et faibles crues



Sous-bassins versants du secteur Paul Isnard

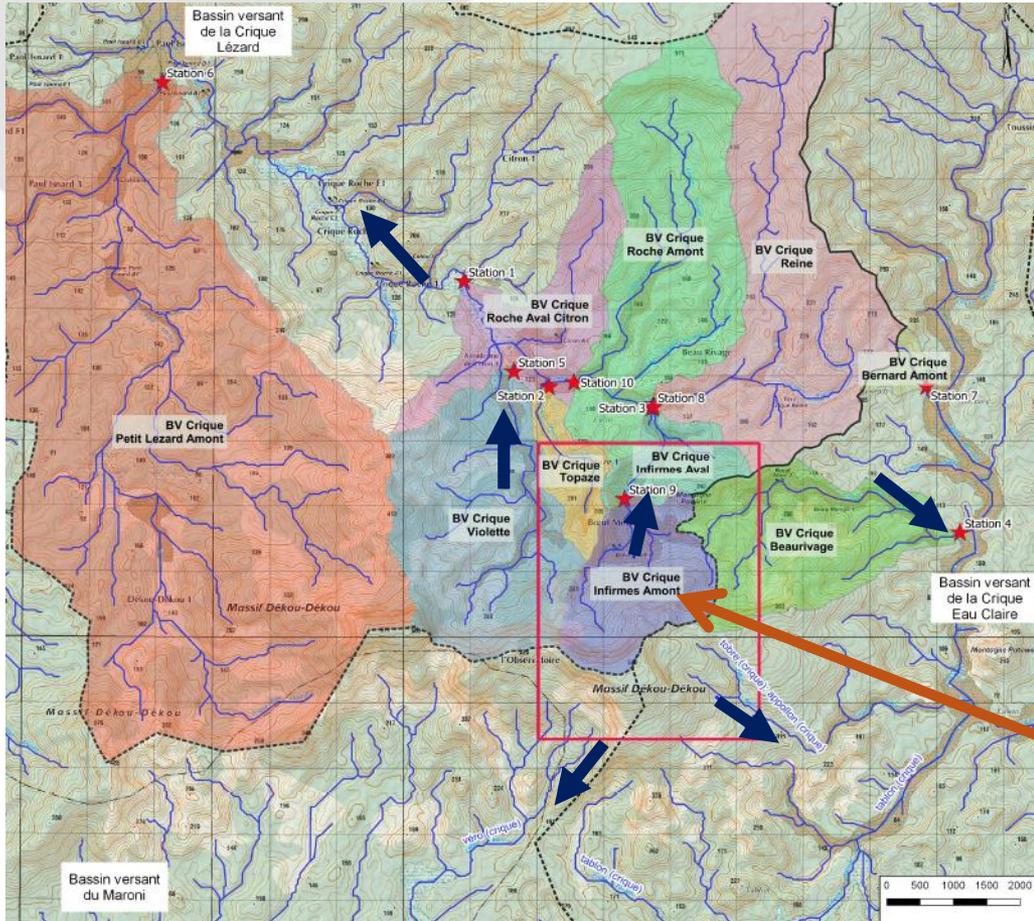


Les sous-bassins versants du secteur Paul Isnard :

- Crique Petit Lézard (en bleu)
- Crique Eau Claire (en violet)



Criques du site minier



Un secteur hydrographique **dense et fortement dégradé** par l'orpillage (plusieurs criques ont été obstruées et déviées par endroits).

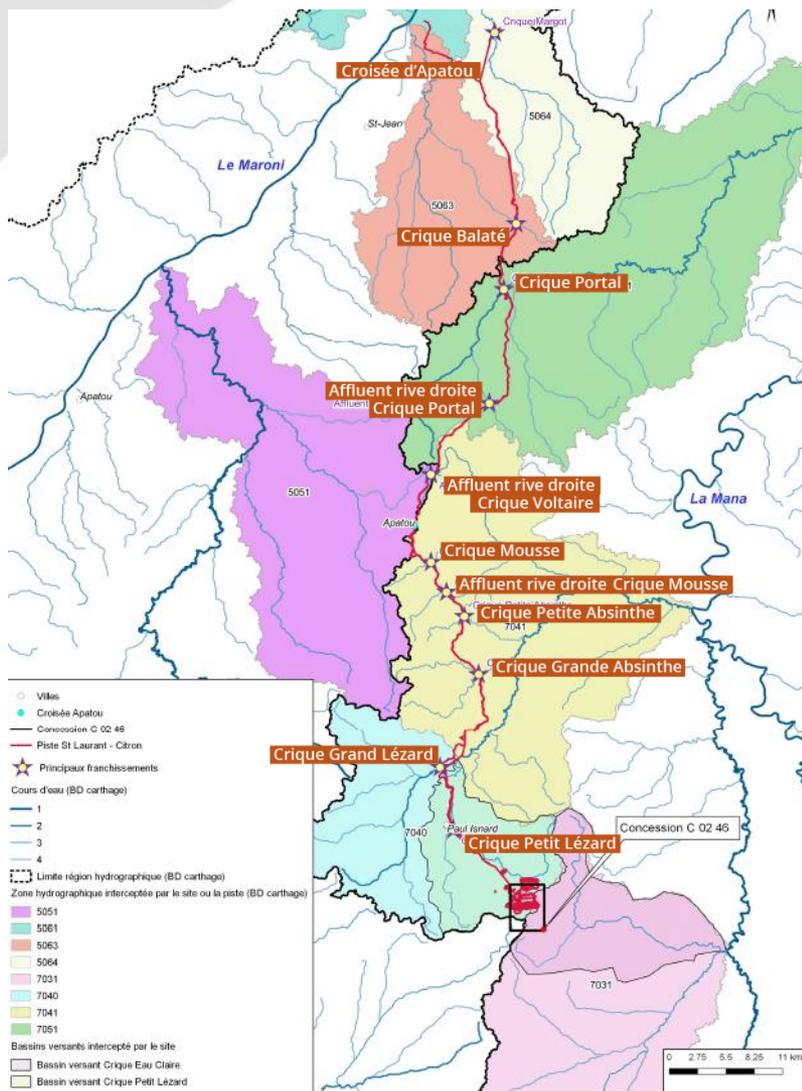
La crique Infirmes draine vers le **nord** la majeure partie des eaux du site et se jette dans la crique Roche.

Le massif Dékou-Dékou se draine vers le **sud** dans le bassin versant du Maroni.





Les bassins versants de la piste et les franchissements de criques



Les franchissements de criques :
20 traversées sur la section St-Laurent/C. d'Apatou
38 traversées sur la section C. d'Apatou/Citron



Les eaux souterraines



Etat des lieux hydrogéologique

▶ Programme de reconnaissance

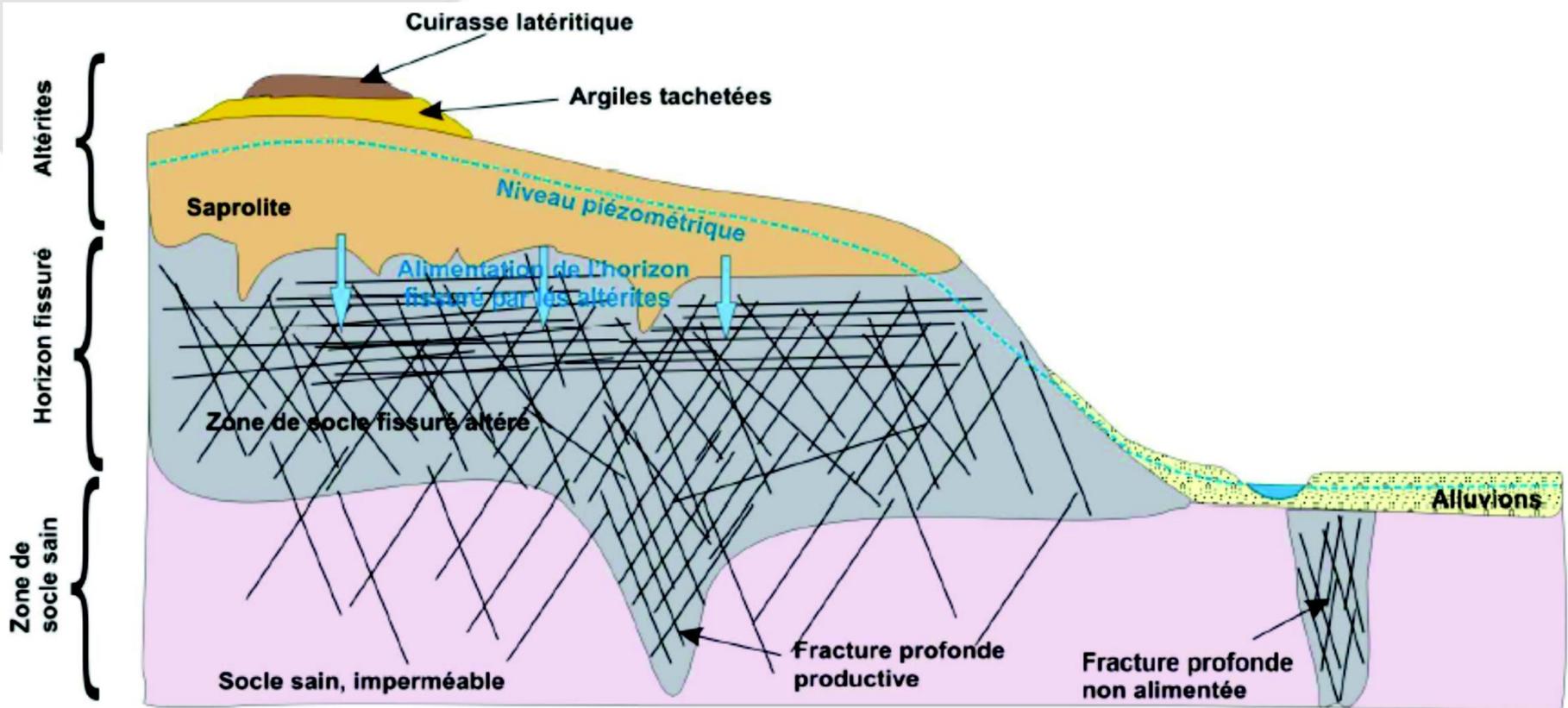
- Première caractérisation de l'hydrogéologie de ce secteur;
- Mise en place et le suivi de 18 piézomètres, de 5 à 350 m (amont, aval);
- Suivi des niveaux d'eau (mesures manuelles et enregistrements en continu) et la définition des paramètres hydrodynamiques (perméabilité);
- Réalisation de campagnes de mesures physico-chimiques.

▶ Caractéristiques des eaux souterraines

- Représentent environ 5 à 10% du bilan hydrique du secteur. L'infiltration est limitée par la pente et par la nature argileuse du sol;
- Présentent des variations saisonnières de niveau d'environ 3 m (hautes eaux en mai et basses eaux en novembre);
- Alimentent les eaux superficielles, notamment en étiage;
- Pas d'utilisation d'eau souterraine en aval du site, hormis le captage actuel d'eau sanitaire du Camp Citron.



Profil type d'altération et écoulements souterrains du BRGM

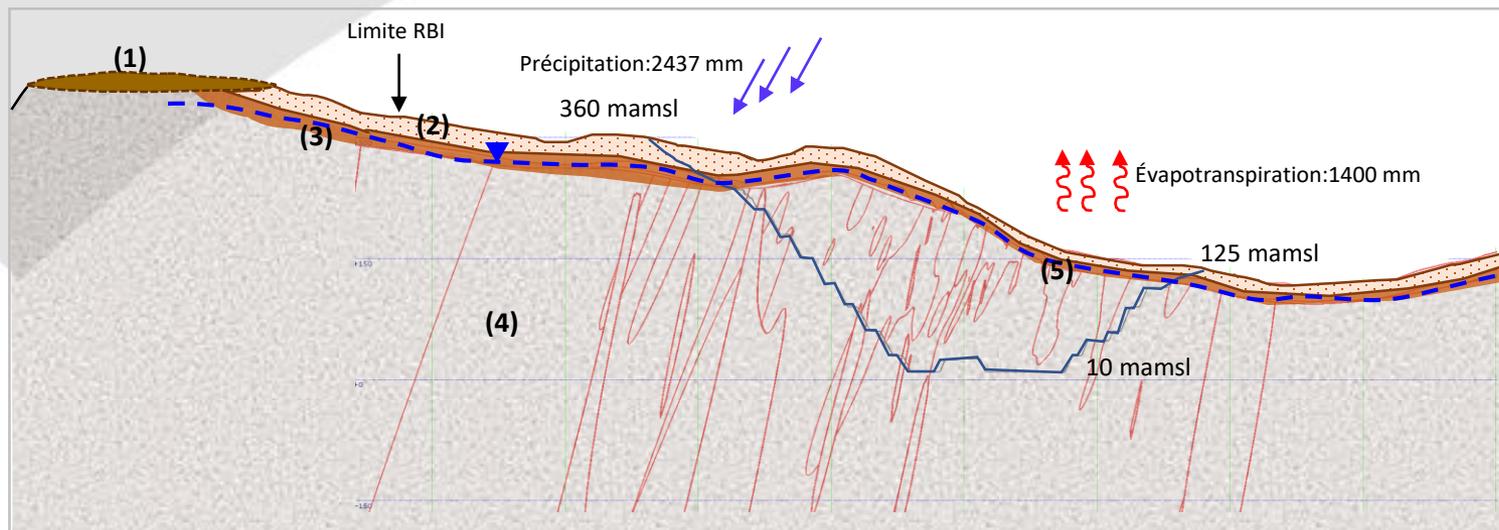


▶ Écoulements souterrains possibles dans :

- La cuirasse latéritique
- La saprolite
- Les horizons fissurés (saprock)
- Certaines failles profondes (socle rocheux)
- Les alluvions



Coupe hydrogéologique représentant les systèmes aquifères



- (1) Cuirasse latéritique semi-perméable (nappe d'eau perchée et individualisée) – Perméabilité faible (quelques mètres de profondeur)
- (2) Saprolite - Imperméable à faiblement perméable (10 à 30 m)
- (3) Saprock - Perméabilité faible à moyenne (principale venue d'eau dans la fosse) (5 à 20 m)
- (4) Socle rocheux avec faille localement - Imperméable à faiblement perméable (plusieurs centaines de mètres)
- (5) Niveau naturel de la nappe d'eau dans le saprock

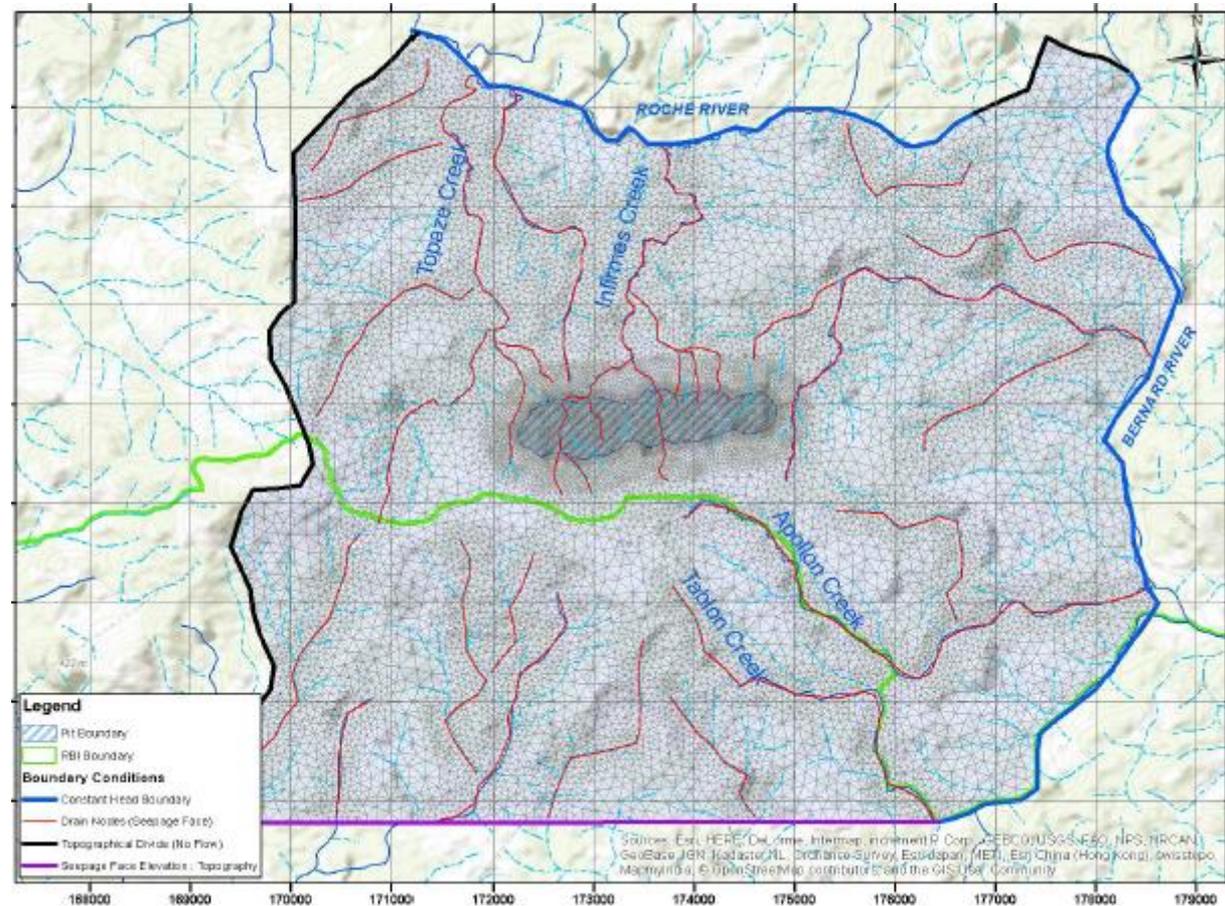
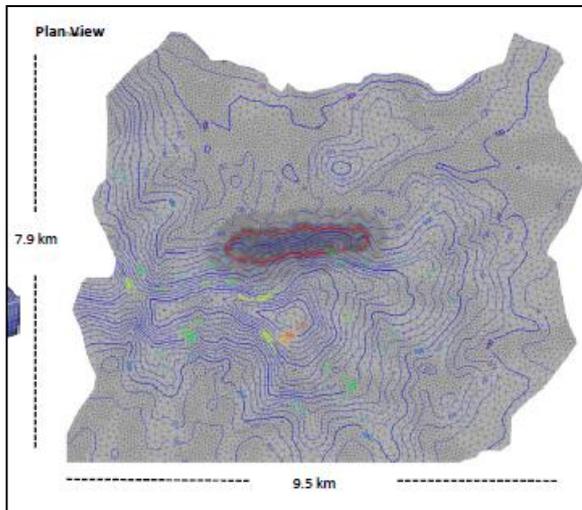
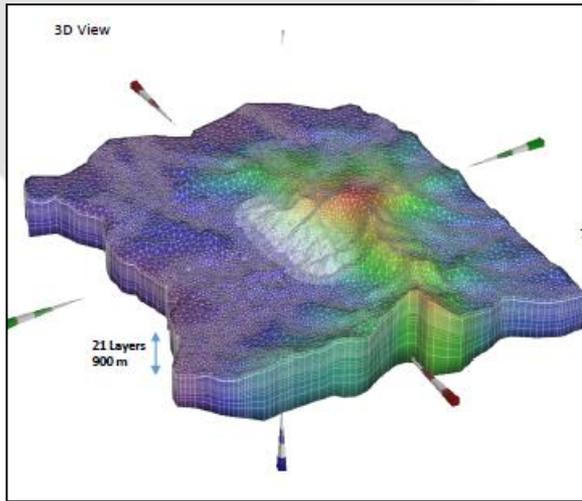


Modèle hydrogéologique

- ▶ Modélisation avec le logiciel *FEFLOW* (développé par SRK), qui a permis de compléter les données de l'état actuel et la définition des impacts
- ▶ Calage du modèle avec les données d'entrée suivantes:
 - Hauteur d'eau dans les piézomètres
 - Perméabilités mesurées (7 gammes retenues)
 - Débits des criques traversant le modèle
 - Topographie Lidar du site
 - Modèle géologique du site

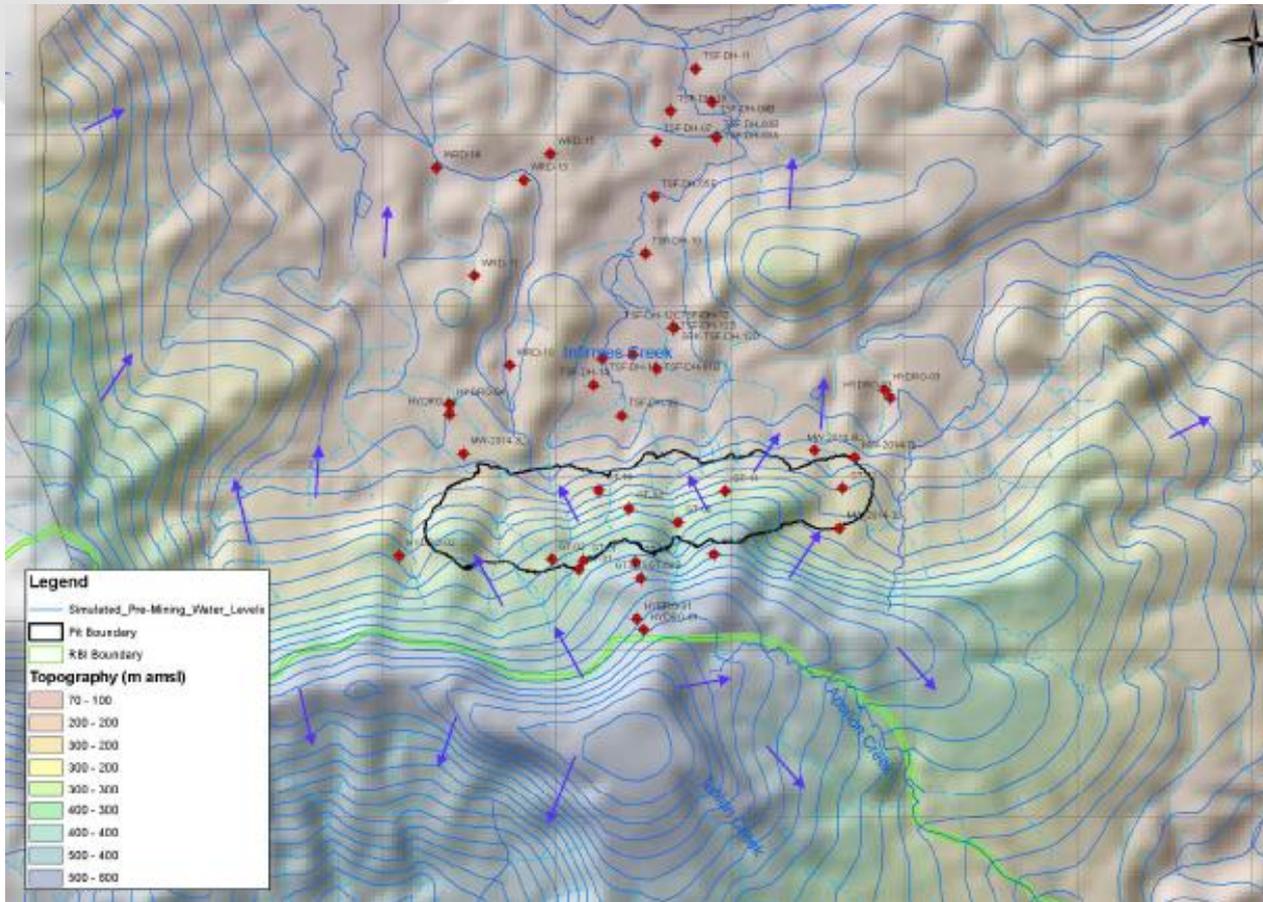


Étendue et maillage du modèle hydrogéologique





Carte des niveaux d'eau et direction des écoulements dans le saprock



- L'écoulement de la nappe du saprock suit globalement la topographie
- Les niveaux d'eau dans le saprock sont situés entre quelques mètres à 20 à 30 m de profondeur
- Une partie de cette nappe est drainée par le réseau superficiel (convergence des courbes de niveau d'eau vers le réseau hydrographique)



Qualité des eaux souterraines

- ▶ **26 analyses** portant sur **52 paramètres** ont été réalisées à différentes saisons (saison des pluies et saison sèche)
- ▶ La qualité des eaux souterraines est moyenne en raison :
 - d'une faible minéralisation;
 - d'une faible concentration en oxygène dissous;
 - de certaines concentrations mesurées en métaux : zinc, aluminium, fer, manganèse et parfois plomb;
 - aucune trace de mercure n'a été détectée dans les eaux souterraines.



Le système de gestion des eaux



Objectifs du système de gestion des eaux

- ▶ Collecter et gérer les **eaux de ruissellement** en amont et sur le site des infrastructures;
- ▶ Disposer d'une capacité de stockage suffisante pour alimenter l'usine de traitement du minerai en **eau brute**;
- ▶ Offrir une **capacité de traitement** suffisante des eaux de procédé et de contact;
- ▶ Contrôler la **qualité des effluents (respect des seuils réglementaires)** préalablement au rejet à l'environnement.



Les impacts potentiels et les mesures de gestion des eaux



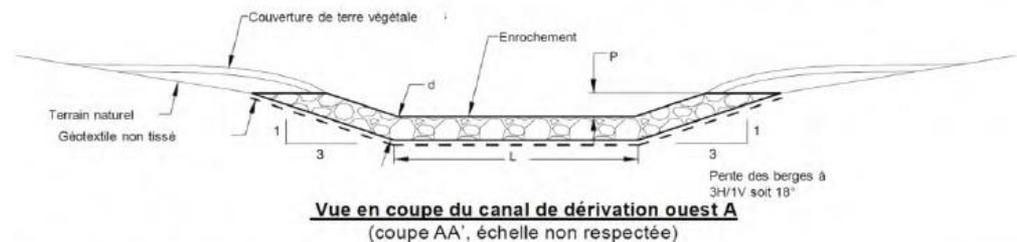
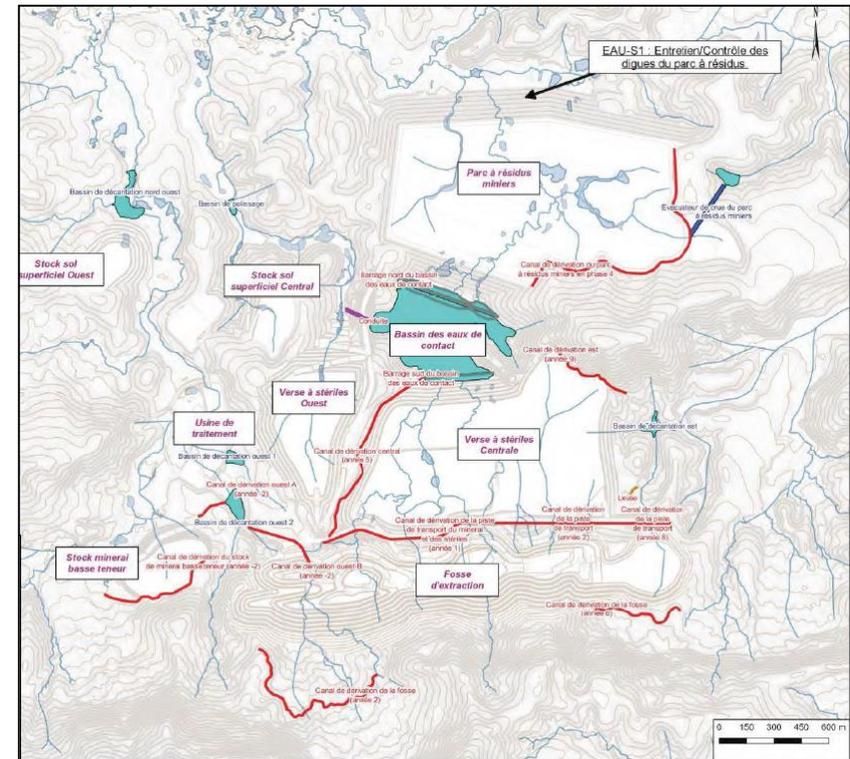
Phase construction – Modification du lit des criques

Impacts potentiels sur le site minier :

- ▶ **Modification du lit des criques** situées en amont des travaux et **l'excavation ou le remblai des portions de criques** situées dans le périmètre du projet;
- ▶ **Augmentation du ruissellement** des surfaces défrichées ;
- ▶ **Altération de la qualité des eaux** superficielles à la suite de ruissellement, érosion (apport de sédiments).

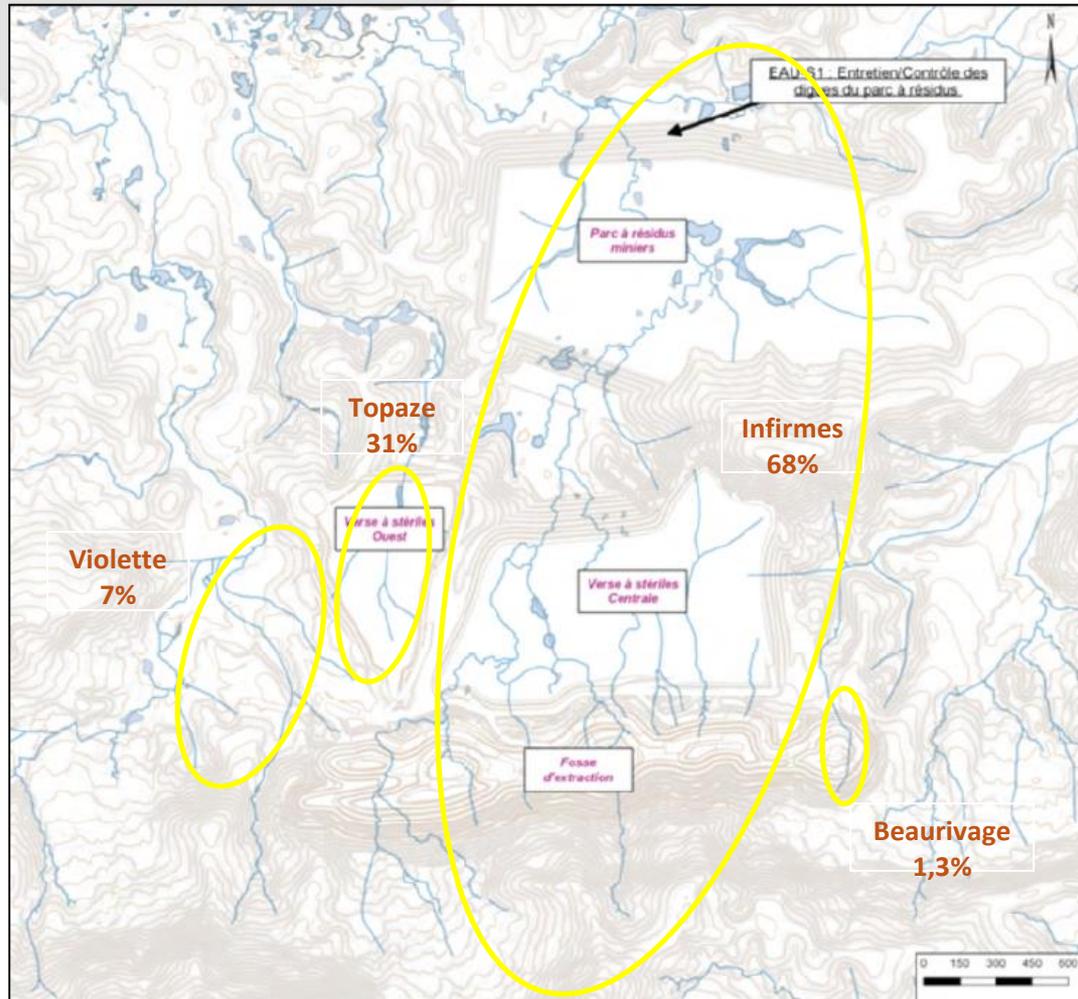
Mesures de gestion :

- ▶ Mise en place de **canaux de dérivation** avec enrochement en tête de criques et de collecte des eaux de ruissellement (**en amont et sur le site**);
- ▶ Fossés de dérivation et bassin de décantation conçus afin de pouvoir supporter une **crue 1:100 ans**;
- ▶ **Réhabilitation et revégétalisation** coordonnée à l'exploitation du site.





Phase exploitation – Modification aval du régime des eaux de surface



La modification de la surface des cours d'eau

	Superficie totale du BV	Superficie impactée par le projet	
	km ²	km ²	%
Infirmes	6,3	4,3	68%
Topaze	1,7	0,5	31%
Violette	9,2	0,7	7%
SB Petit Lézard	138	5,5	4%
Beurivage	6,3	0,08	1,3%
SB Eau Claire	165	0,08	0,05%
Superficie du BV de la Mana	12 090	5,6	0,05%

Le **bilan hydrique annuel** du bassin des eaux de contact et du parc à résidus **sera positif**.

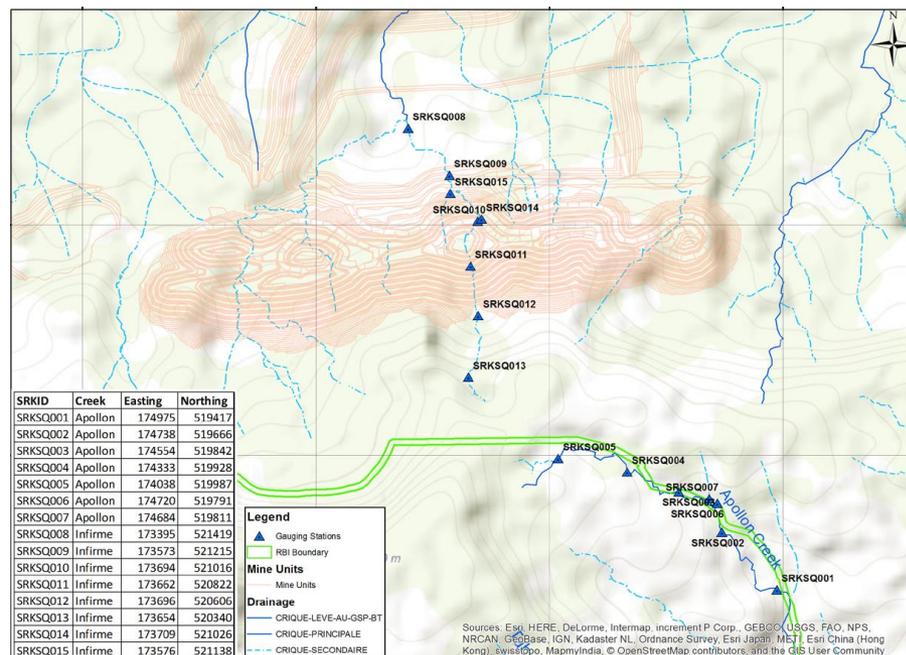
L'excédent d'eau sera traité puis analysé afin d'assurer sa conformité.



Phase exploitation – Modification amont du régime des eaux de surface

► La modélisation hydrogéologique a permis d'estimer la réduction **des débits de base en saison sèche** des criques situées en amont de la fosse liée au rabattement des eaux souterraines de la fosse:

- la **crique Infirmes** verra son débit de base diminuer au maximum de 22,5 m³/j, soit une diminution de 64 % du débit de base;
- la **crique Apollon** verra son débit de base diminuer au maximum de 2,5 m³/j, soit une diminution de 1,3 % du débit de base.





Phase construction – Gestion des eaux de ruissellement le long de la piste et de la ligne

Impacts potentiels le long de la piste et de la ligne:

- ▶ Augmentation du ruissellement des surfaces défrichées;
- ▶ Amélioration de la qualité des eaux des criques actuellement traversées à gué par la piste Paul Isnard liée à la réduction de l'érosion et du transport des sédiments.

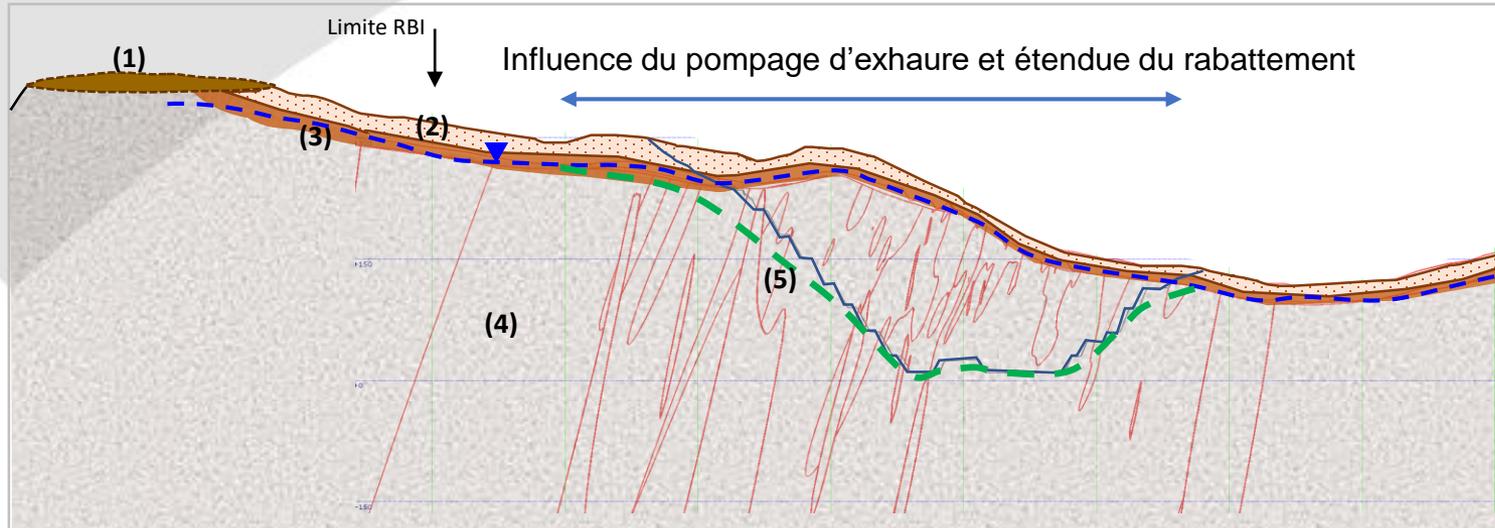
Mesures de gestion

- ▶ Construction d'ouvrages de traversée des criques conçus afin de pouvoir supporter une crue 1:100 ans (ponts) ou 1:10 ans (buses);
- ▶ Aménagement de fossés de drainage et ouvrages de gestion des eaux avec enrochement ou revégétalisation;
- ▶ Mise en place d'une couche de latérite sur la piste.





Phase exploitation – Effets sur les nappes d'eaux souterraines liés au pompage des eaux de la fosse



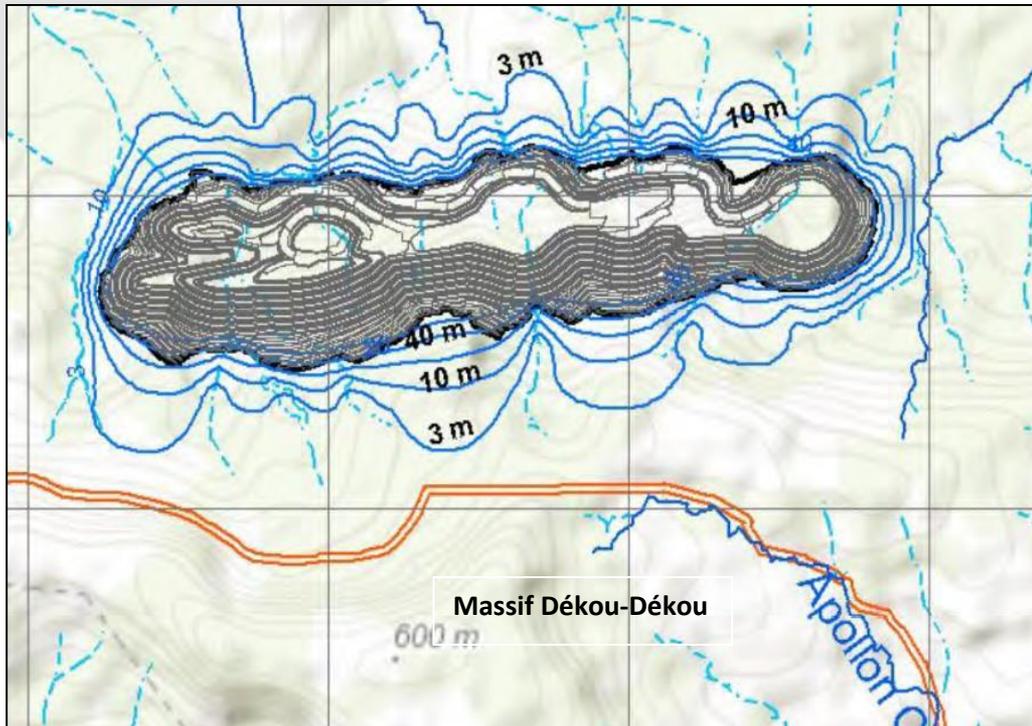
--- Niveau initial de la nappe d'eau

--- Niveau de la nappe d'eau en fin d'exploitation lié au pompage d'exhaure. Le rabattement sera principalement observé dans le saprock - horizon fissuré (niveau le plus perméable observé)

Le débit de pompage maximal prévu sera de 1 300 m³/h en fin d'exploitation, dont environ 150 m³/h proviendront des eaux souterraines (11,5%)



Phase exploitation – Effets sur les nappes d'eaux souterraines



Différence entre le niveau d'eau initial et le niveau d'eau en fin d'exploitation lors du pompage d'exhaure

La modélisation hydrogéologique montre que l'excavation de la fosse et le pompage d'exhaure induira en fin d'exploitation:

- ▶ un rabattement de la nappe phréatique de l'ordre de **40 m aux abords immédiats** de la fosse;
- ▶ un **rabattement de 3 m** (correspondant aux variations piézométriques naturelles):
 - sur une distance d'environ 100 à 250 m en aval de la fosse
 - sur une distance de 250 à 420 m en amont



Phase exploitation – Impact piézométrique potentiel sur le massif Dékou-Dékou

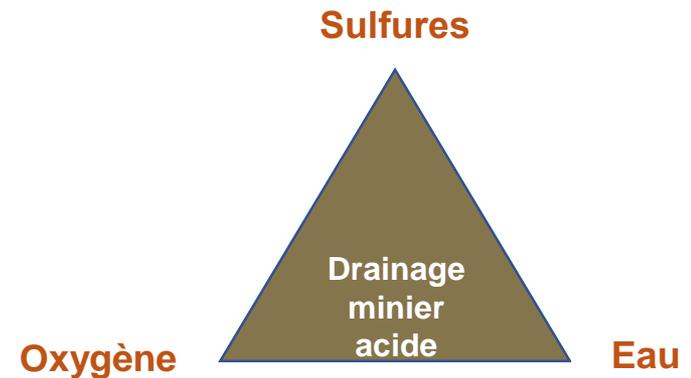


- ▶ **Aucun impact anticipé sur les écosystèmes du massif Dékou-Dékou** dont la limite se situe à environ 500 m de la fosse en raison de :
 - la présence d'une **nappe d'eau perchée** dans la cuirasse latéritique;
 - le **système racinaire** de la forêt sommitale sur cuirasse latéritique est **très superficiel** (< 3 m de profondeur);
 - la persistance de brouillards rendant **l'atmosphère très humide** au sommet du Dékou-Dékou (mousses et épiphytes en témoignent);
- ▶ **Suivi des habitats et des espèces** de la RBI en phase exploitation et post-fermeture afin de valider le bon état des écosystèmes.



Phase exploitation – Effet lié au drainage minier acide

- ▶ **Drainage minier acide**: oxydation naturelle de minéraux sulfurés qui seront exposés à l'air et à l'eau et vont générer des eaux acides ($\text{pH} < 7$)
- ▶ Prédiction du potentiel de génération acide (PGA) par essais statiques, essais cinétiques et modélisation géochimique
- ▶ **55%** des 448 échantillons de roches stériles testés sont potentiellement **acidogènes** (tufs felsiques et tufs à lapillis)





Phase exploitation – Effet lié à la lixiviation des métaux

- ▶ **Lixiviation des métaux** : dissolution d'une partie des métaux lourds qui se trouvent dans les matériaux lorsque les eaux sont acides;
- ▶ **Faible concentration en métaux** dans la roche volcanique (par opposition à la forte concentration des roches sédimentaires comme à Salsigne et à Paracatu);
- ▶ Seule une **faible portion des métaux** contenus dans les roches stériles ou les résidus miniers **subira une lixiviation.**

Teneurs moyennes en métaux lourds

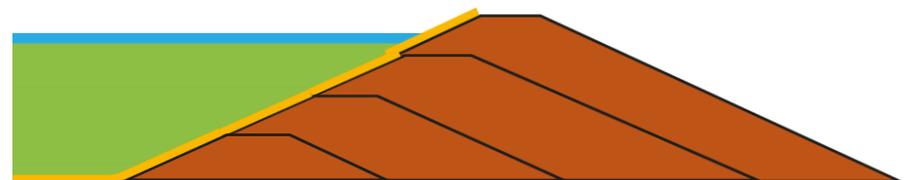
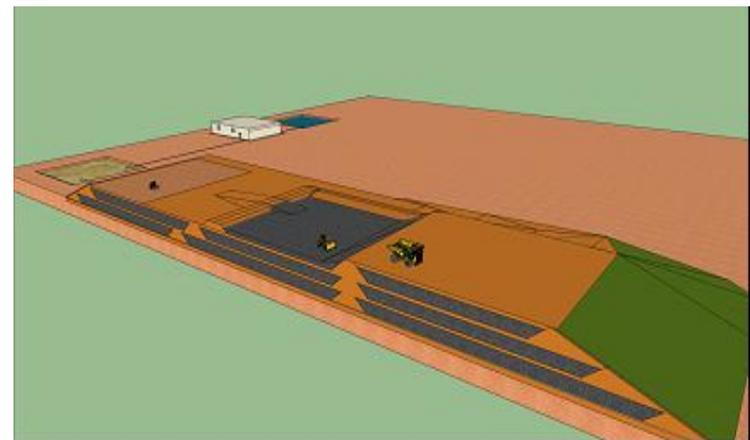
Élément	Résidus miniers		Roches stériles		Teneur moyenne - croûte terrestre (ppm)
	Teneur moyenne - fraction solide (ppm)	Teneur moyenne - fraction liquide (surnageant) (ppm)	Teneur moyenne - fraction solide (ppm)	Teneur moyenne - fraction liquide (ppm)	
Cuivre (Cu)	965	0,071	212	2,02	60
Chrome (Cr)	207	0,003	88,6	0,098	126
Zinc (Zn)	111	0,012	127	0,37	70
Arsenic (As)	66	0,005	35	0,006	1,7
Plomb (Pb)	14	0,216	8,25	<0,0001	14
Cadmium (Cd)	<0,5	0,0001	0,42	0,0013	0,1
Mercure (Hg)	0,11	ND	0,02	0,000049	0,063



Phase exploitation – Gestion du drainage minier acide et de la lixiviation des métaux

Mesures de confinement des matériaux afin de réduire le contact avec l'oxygène:

- ▶ **Roches stériles** : procéder à l'**encapsulation** des roches stériles acidogènes - disposition en alvéoles séparées par une couche de saprolite compactée - afin de limiter l'infiltration des eaux de pluie et l'exposition à l'air;
- ▶ **Résidus miniers** : maintenir une **lame d'eau** à la surface des résidus afin de limiter l'oxydation des résidus et la lixiviation des métaux - principe, de « couverture partielle des résidus ».





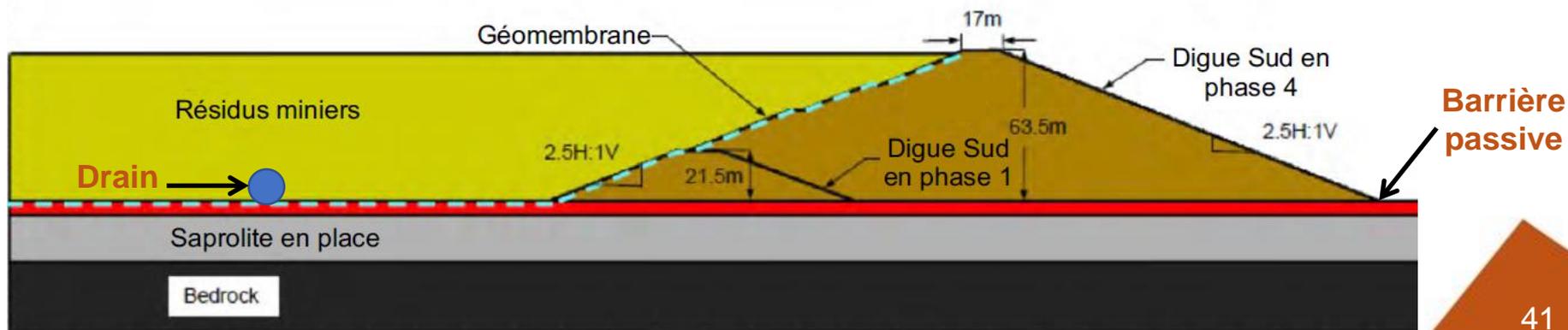
Phase exploitation – Gestion du drainage minier acide et de la lixiviation des métaux

Mesures de confinement pour empêcher les eaux de drainage de rejoindre l'environnement :

Assurer l'étanchéité du fond et des flancs du parc à résidus au moyen d'une double barrière de sécurité:

- barrière artificielle «active» - membrane étanche et dispositif de collecte du lixiviat
- barrière géologique «passive» - matériaux naturels de faible perméabilité (perméabilité < 10^{-9} m/s - 3 cm/an)

Collecte des eaux de drainage du parc à résidus et des verses à stériles et traitement afin de se conformer aux seuils de rejet dans le milieu naturel.





Durée de vie de la géomembrane

- ▶ La géomembrane se **dégradera très lentement** avec le temps;
- ▶ La durée de vie de la géomembrane est principalement provoquée par son **oxydation** (liée à plusieurs facteurs dont température, exposition aux UV et ozone...);
- ▶ Le **recouvrement immédiat** de la géomembrane avec des résidus miniers permettra de réduire le phénomène d'oxydation;
- ▶ Selon Koerner et al. 2005, la **durée de vie** (demi-vie) de la géomembrane non exposée est estimée à: 
- ▶ Au delà de cette durée de vie, le **matériau fonctionne toujours**, mais la **performance est réduite** (facteur de sécurité inférieure à la valeur de conception).

Température (°C)	Demi-vie (années)
20	446
25	265
30	166
35	106
40	69

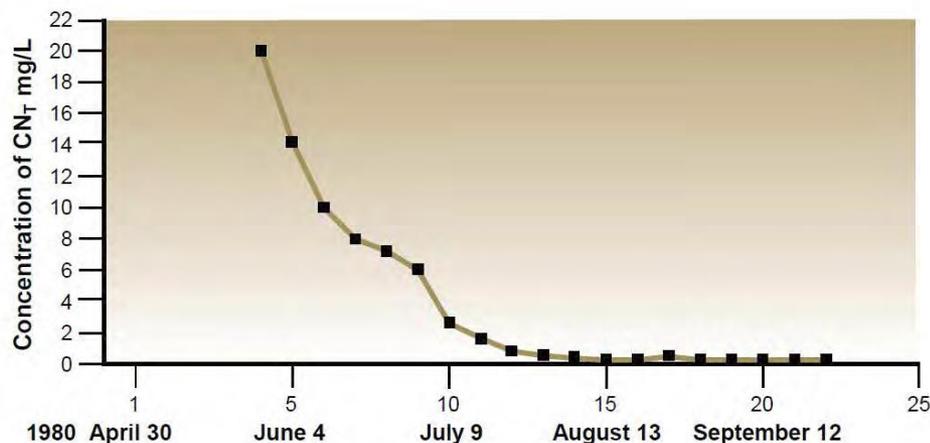
Bien avant que la demi-vie de la géomembrane ne soit atteinte (quelque soit la durée de vie considérée), 3 éléments permettront de confiner les résidus de manière permanente:

- Présence d'une **barrière passive** constituée de saprolite compactée (**perméabilité < 10⁻⁹ m/s**) sous la géomembrane – **dès la conception**
- **Faible perméabilité des résidus** miniers consolidés avec le temps – **dès les premières années d'exploitation**
- L'assèchement des résidus miniers et la mise en place d'une **couverture étanche** multi-couches empêchant l'infiltration des eaux (confinement) – **après 12 ans**



Phase exploitation – Risque de contamination et gestion des cyanures

- ▶ Procédé de **cyanuration en cuves avec rétention** - aire bétonnée étanche (en opposition au procédé de cyanuration en tas);
- ▶ **Décyanuration des boues** avant leur stockage dans le parc à résidus – procédé SO₂-Air (10 ppm cyanure facilement libérable);
- ▶ **Double barrière** du parc à résidus (active et passive);
- ▶ Les cyanures sont présents dans les eaux essentiellement sous la forme HCN et ions de cyanure (KCN, NaCN ou CaCN);
- ▶ **Dégradation naturelle du cyanure** facilement libérable -12 semaines (UV, oxygène, bactéries);
- ▶ **Traitement des eaux** de décantation du parc à résidus (surnageant) - respect des seuils de rejet dans le milieu naturel.



Dégradation du cyanure libre de 20 à 0 ppm (*Schmidt et al., 1981*)



Phase exploitation – Mesures de prévention de fuites ou rupture de digue du parc à résidus

Les mesures de prévention qui seront mises en œuvre afin d'éviter l'impact potentiel sur les eaux du bassin de la Mana:

- ▶ Dimensionnement du parc à résidus en fonction de la précipitation maximale probable (PMP) = **1 149 mm en 24 h**;
- ▶ Prévision d'une **hauteur supplémentaire de sécurité de 2 m** de la digue du parc à résidus afin de tenir compte des changements climatiques et éliminer les risques de débordement ;
- ▶ Réalisation **d'études géotechniques et de stabilité et rupture de digue** (stabilité des digues conforme aux BREFS / MTD ($> 1,3$));
- ▶ **Purge des matériaux** au fond du parc à résidus et sous les digues et pose de saprolite argileuse compactée pour assurer la stabilité des digues;
- ▶ Construction des digues selon la **méthode aval** (barrage poids), qui consiste à ajouter des matériaux sur le versant extérieur des digues assurant une surface d'ancrage plus importante au sol et une meilleure stabilité ;
- ▶ Mise en place de **systèmes de surveillance des digues en temps réel** (détection de mouvements);
- ▶ Revégétalisation des digues du parc à résidus pour limiter l'érosion.



La gestion des eaux de l'après-mine



L'après-mine – **Gestion des eaux**

- ▶ **L'arrêt du pompage** des eaux d'exhaure de la fosse
- ▶ **La mise en eau progressive** de la fosse
- ▶ **La suppression du bassin** des eaux de contact
- ▶ Les eaux du parc à résidus seront progressivement abaissées par pompage pour permettre l'**assèchement** des matériaux et le recouvrement final (imperméable) – **aucun risque de rupture de digue**
- ▶ **Le traitement de toutes les eaux** de contact et de procédé avant leur rejet dans la fosse
- ▶ **Le rétablissement des écoulements** et la réhabilitation du réseau hydrographique

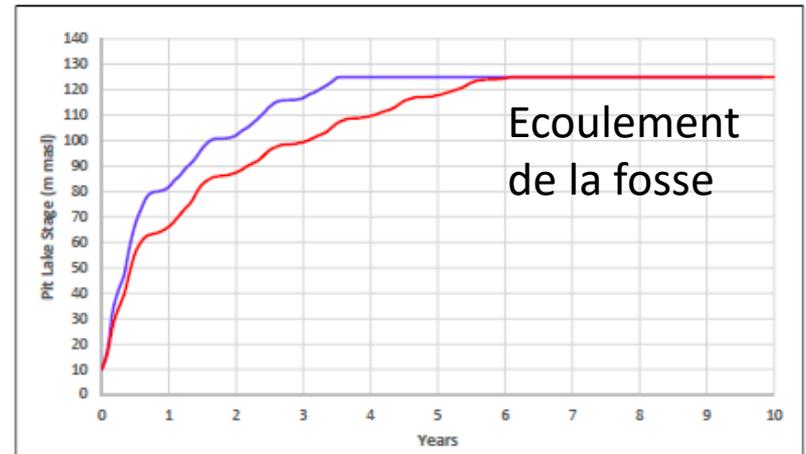
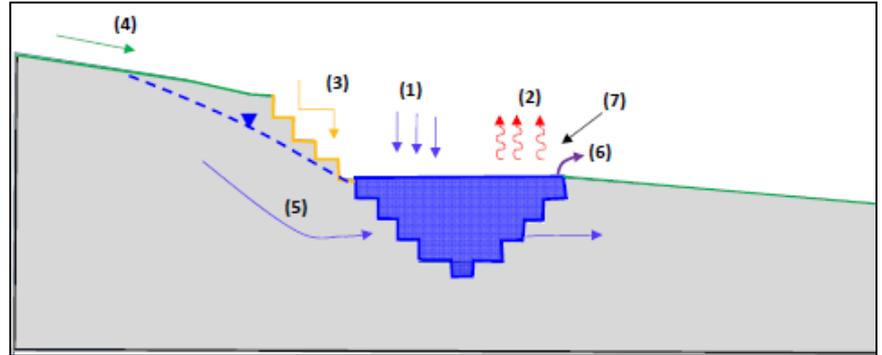


L'après-mine – Mise en eau de la fosse

- ▶ La mise en eau de la fosse à la fin de l'exploitation jusqu'à la cote 125 m
- ▶ Temps total de remplissage estimé **entre 3,5 et 5,5 ans** selon le scénario retenu

▶ Bilan des eaux de remplissage

- 1) Précipitation
- 2) Évaporation
- 3) Ruissellement de la fosse
- 4) Ruissellement du bassin versant amont
- 5) Afflux/écoulement eau souterraine
- 6) Déversoir (125 m)
- 7) Eaux du parc à résidus et bassin d'eau de contact après traitement

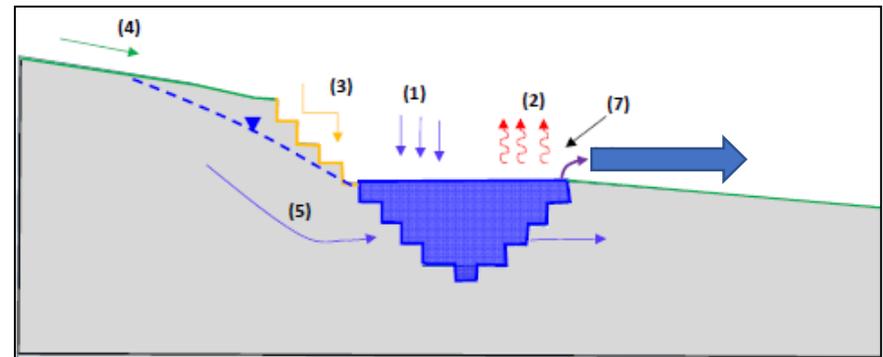


- Conditions de base sans eaux du parc à résidus
- Remplissage rapide avec eaux traitées du parc à résidus



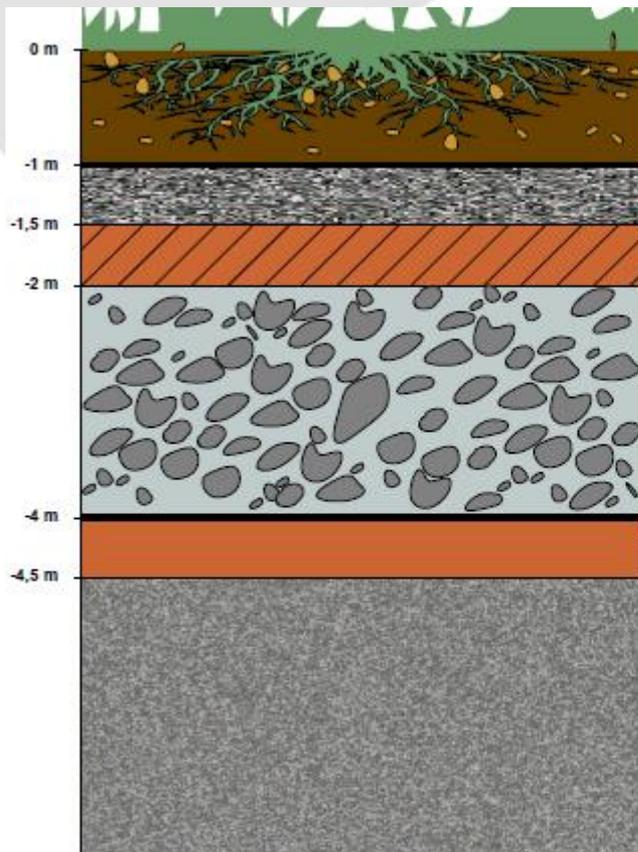
L'après-mine – Ecoulement des eaux de la fosse

- ▶ Le point d'écoulement des eaux de la fosse (125 m) vers la crique Violette
- ▶ Le débit de débordement du lac a été estimé par SRK à :
 - 12 L/s en saison sèche
 - 290 L/s en saison des pluies
 - 120 L/s en moyenne
- ▶ Renouvellement des eaux de la fosse





L'après-mine – Recouvrement final du parc à résidus



Sol superficiel
1 m

Géotextile perméable
Couche de drainage (stériles inertes concassés et criblés) 0,5m

Saprolite amendée de 5% de bentonite et compactée
0,5m

Couche de roulement (stériles inertes concassés)
2 m

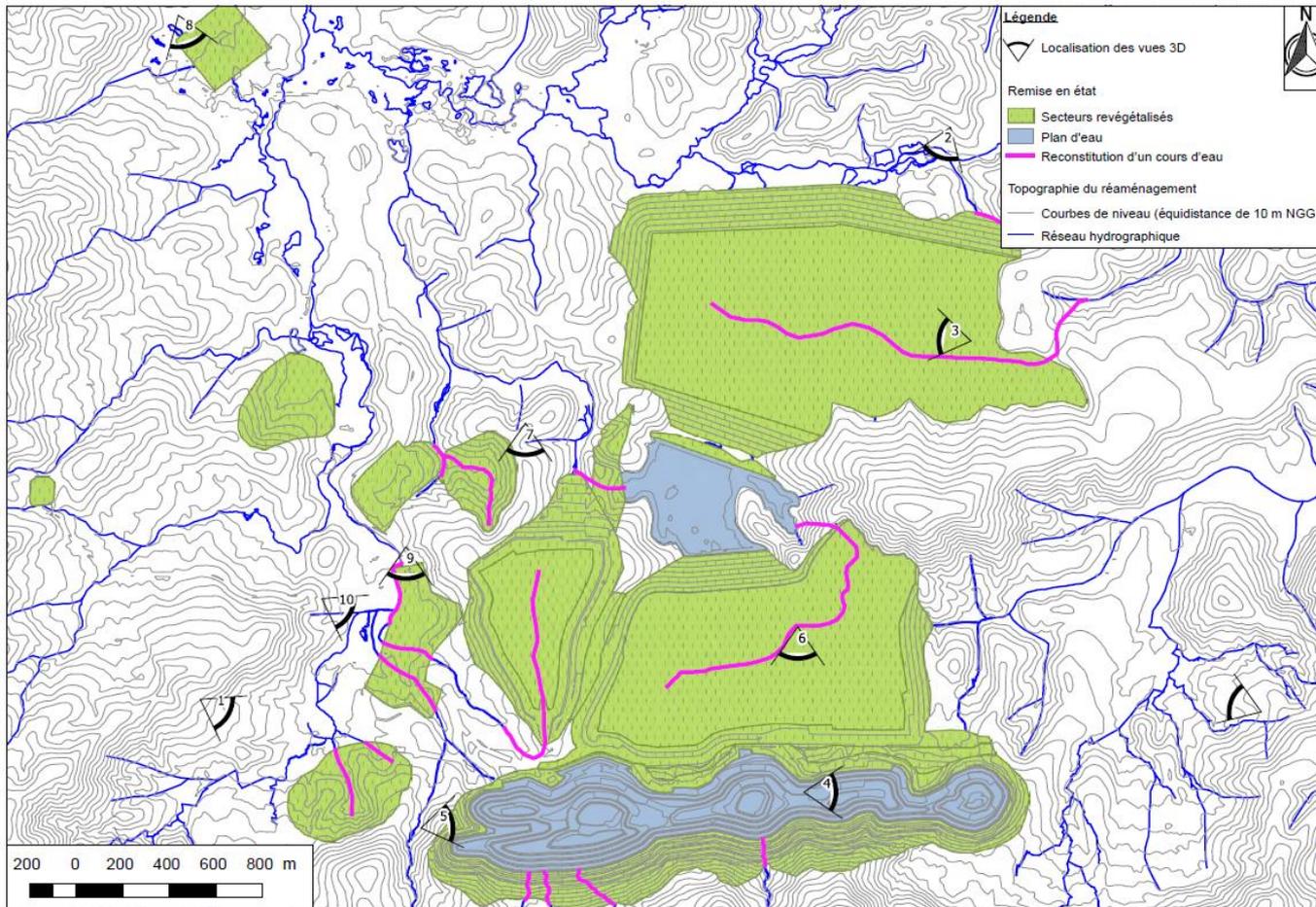
Géotextile
Saprolite mise en place par dépôt hydraulique pulpe à 50% solide
(épaisseur finale après consolidation : 0,5 m)

Résidus miniers

La mise en place d'une **couverture étanche finale multi-couches** destinée à **limiter les infiltrations d'eau** et à empêcher l'apport d'oxygène



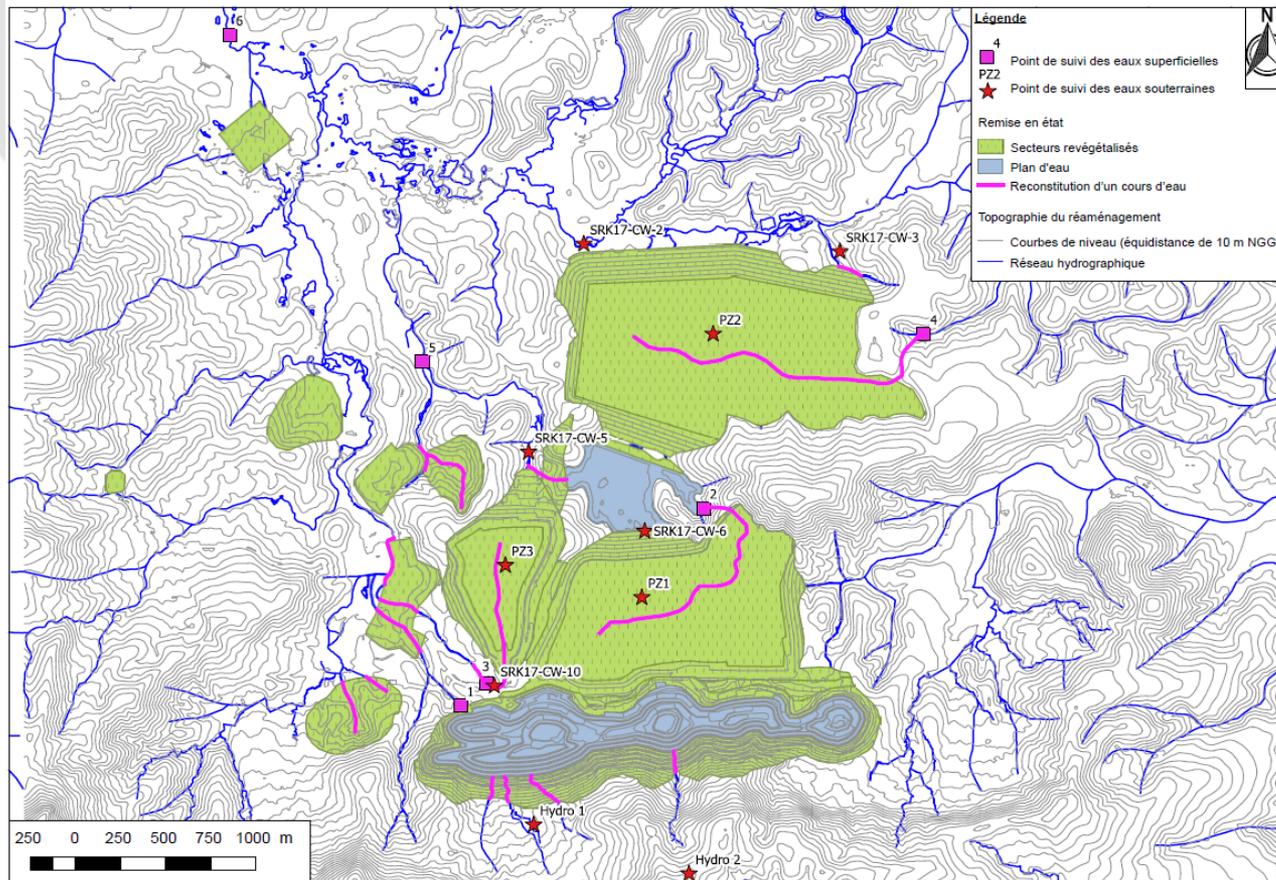
L'après-mine – Gestion des eaux de ruissellement



Les verses à stériles et le parc à résidus seront remodelés de façon à **créer un fossé** destiné à **recupérer les eaux de ruissellement**



L'après-mine – Points de contrôle et de suivi des eaux



► Un suivi des eaux superficielles et souterraines 30 ans après la fermeture du site

- Suivi des débits
- Suivi des niveaux d'eau
- Suivi de la qualité des eaux





LES ÉLÉMENTS DE MÉMOIRE SUR L'OCCUPATION DU SITE



Campagnes de prospection

► Réalisées par:

- INRAP – période précolombienne (novembre et décembre 2016)
- Mine et Avenir – période coloniale (juin 2014 et septembre, novembre, décembre 2016)

► Couverture des inventaires:

- 500 m de part et d'autre du tracé actuel de la piste (permettant de couvrir la ligne à +/- 50 m de la piste)
- emprise de la concession + 500 m autour

► Méthodologie:

- analyse des données existantes (Lidar, orthophotos, dépouillement des archives)
- prospections pédestres sur le terrain
- compilation et rédaction des résultats (fiches de sites)





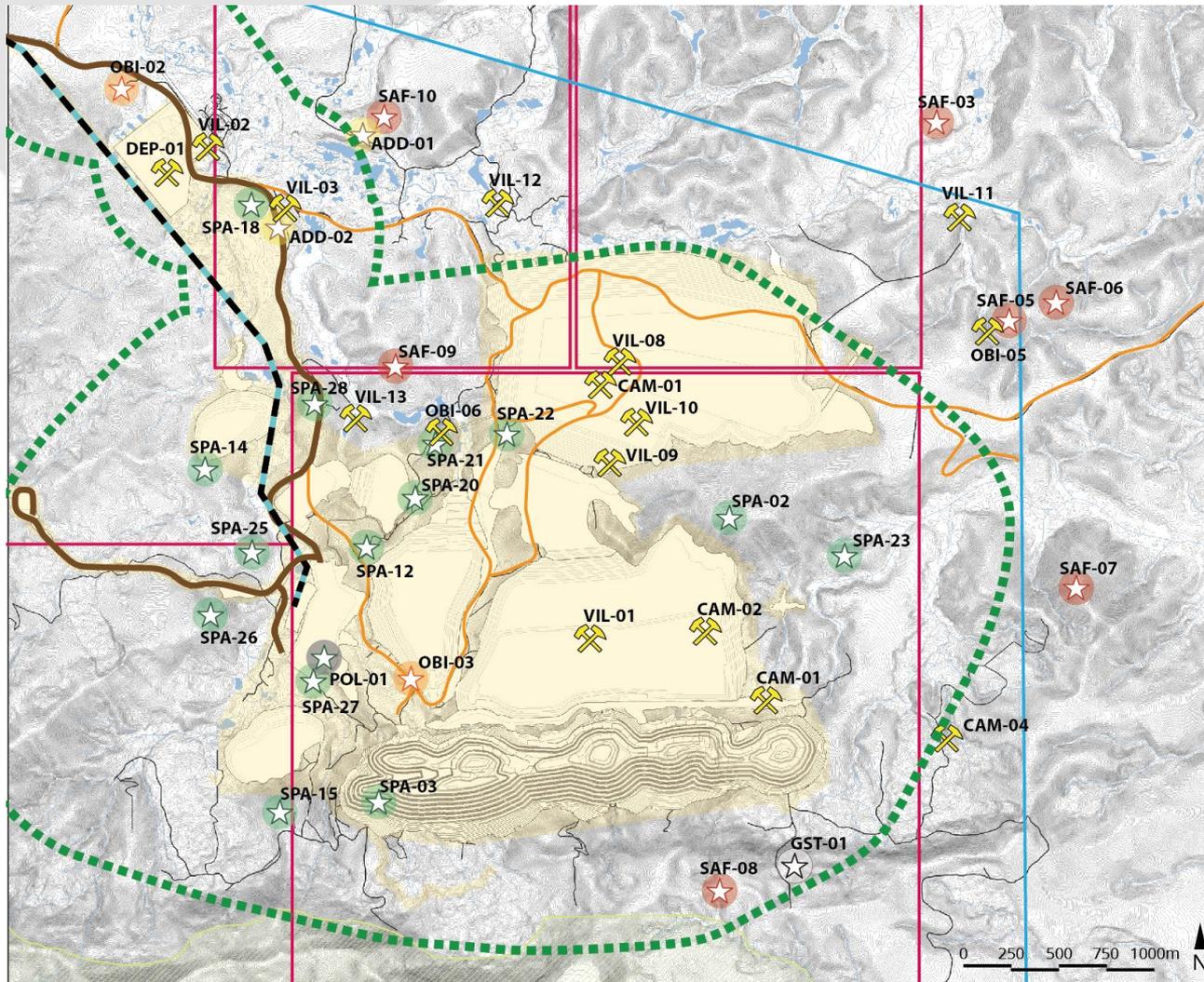
Résultats des prospections

- ▶ **Découverte de 77 sites ou indices** d'occupation humaine dans les zones d'études des infrastructures minières et linéaires (piste et ligne électrique):
 - **50 sites/indices** liés à l'occupation amérindienne (17 sur la piste Paul Isnard / 33 sur le site minier)
 - **27 sites/indices** liés à l'orpillage historique (11 sur la piste Paul Isnard / 16 sur le site minier)

**Densité 1-2 sites/indices par km²
(forte densité principalement associée à
l'exploitation des données Lidar)**



Localisation des vestiges et indices d'occupation - Site minier



Sites archéologiques

- ★ Montagne couronnée
- ★ Site de plein-air
- ★ Atelier de débitage
- ★ Polissoir
- ★ Gisement lithique
- ★ Objet isolé
- ★ Site d'orpaillage

--- Limite de prospection

Hydrologie

Routes et pistes

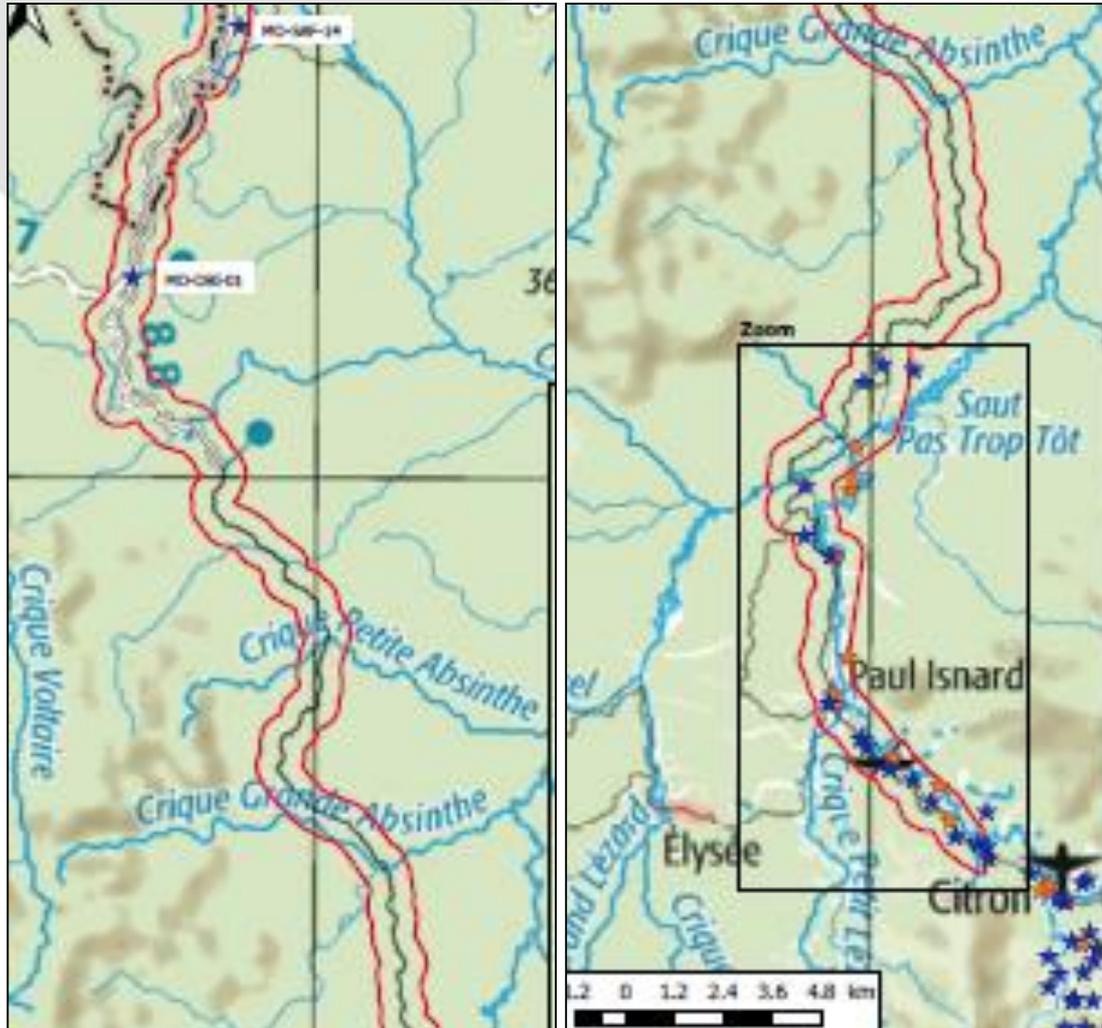
- Piste principale actuelle
- Piste Paul Isnard rectifiée
- Ligne haute tension

Aménagements

- Concessions
- Zone d'étude
- Emprise de perturbation
- Massif Dékou-Dékou



Localisation des vestiges et indices d'occupation – Piste et ligne



- ▶ À partir de la crique Mousse au pK 7,1 après la croisée d'Apatou

- ★ Site précolombien
- ★ Site contemporain



Occupation amérindienne – Période précolombienne

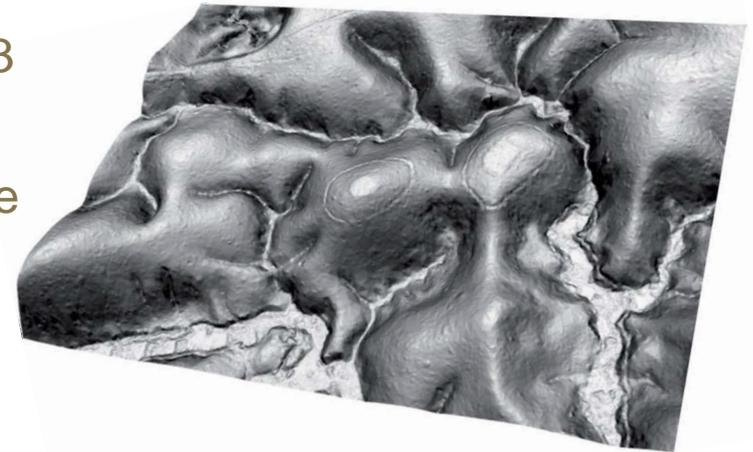
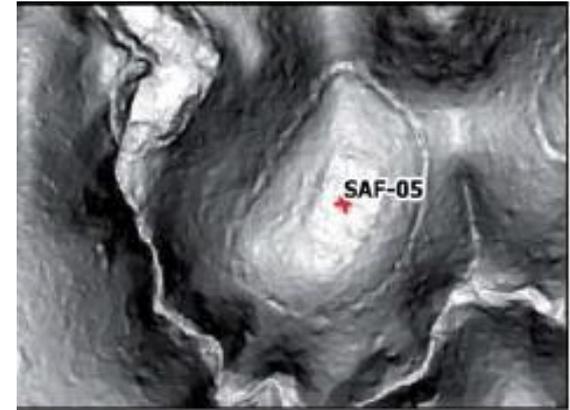
Les nombreux sites amérindiens découverts démontrent le caractère patrimonial de la zone d'étude:

- ▶ 15 sites à fossé "montagnes couronnées" – **hors des zones de travaux**
- ▶ 28 sites de plein air (fragments de quartz et céramique)
- ▶ 1 site de polissoirs
- ▶ 2 ateliers de débitage
- ▶ 3 objets isolés (éclat quartz, préforme hache)
- ▶ 1 gisement lithique (gîte de matière première)



Les sites à fossés "montagnes couronnées"

- ▶ Présence de **profonds fossés** ceinturant le sommet de certaines collines
- ▶ Largement **répandus en Amérique du Sud**
- ▶ **Augmentation des découvertes** depuis la fin des années 2000 (depuis l'apparition des données Lidar)
- ▶ **15 sites à fossés** en périphérie des massifs Lucifer et Dékou-Dékou (taille variant de 1 à 3 ha)
- ▶ Les archéologues ont tendance à rapporter ce type d'installation à un **système de fortification** ou lui attribuer une **fonction cérémoniale** (hypothèses non formellement démontrées)



Exemple de céramiques de site de plein air



Ensemble de céramiques amérindiennes



Les sites à fossés "montagnes couronnées"

- ▶ La **datation radiocarbone** des échantillons de charbons de bois prélevés sur 8 sites montre qu'il s'agit d'une occupation ancienne: **entre l'an 800 et l'an 1 000**



A.E. Lalonde AMS Laboratory

Canadian centre for AMS and environmental radionuclide research



uOttawa

Table 1. Radiocarbon results. Calibration was performed using OxCal v4.2.4 (Bronk Ramsey, 2009) and the IntCal13 calibration curve (Reimer et al., 2013). Material codes are described in Crann et al. (2016).

Lab ID	Submitter ID	Material	Mat. Code	¹⁴ C yr BP	±	F ¹⁴ C	±	cal AD
UOC-4108	MTOR 6	charcoal	AAA	1098	44	0.8723	0.0048	862–1023(91.2%)
UOC-4109	MTOR 9	charcoal	AAA	1219	43	0.8592	0.0047	679–895(94.2%)



Occupation contemporaine – Période coloniale

► Les vestiges et indices de cette période:

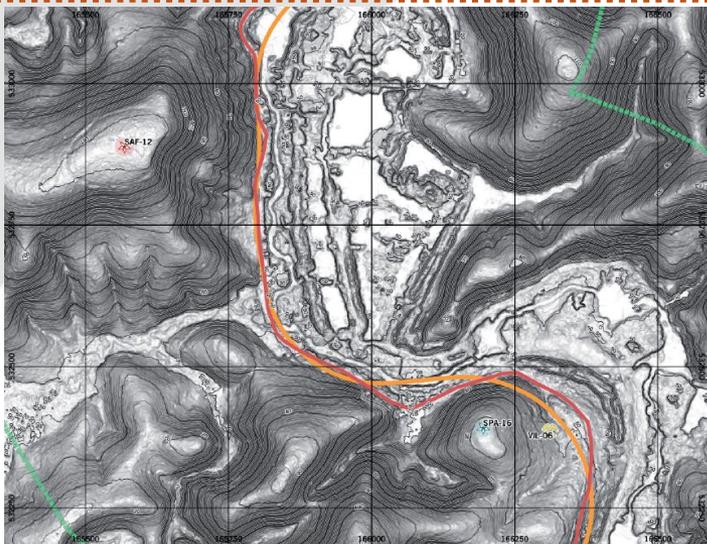
- montrent l'importance de l'occupation humaine liée à l'orpaillage;
- illustrent l'évolution des technologies d'exploitation de l'or dans le secteur de Paul Isnard de façon quasiment continue depuis 1870 environ jusqu'au début du 20e siècle;
- cependant, ces vestiges sont relativement mal préservés en raison du remaniement fréquent des secteurs d'orpaillage. Seuls les vestiges situés sur les reliefs ont échappé à la destruction.

Vestiges contemporains découverts :

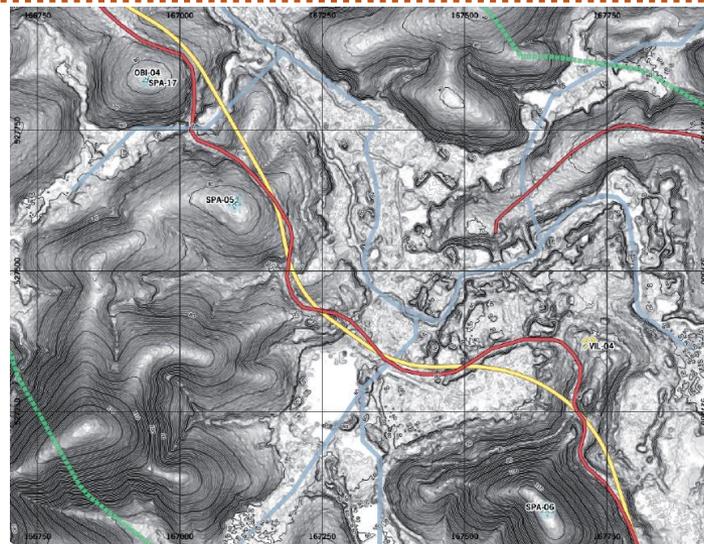
- 4 vestiges de campements miniers
- 13 vestiges de villages miniers
- 6 éléments isolés - vestiges métalliques (3), bouteilles (3)
- 2 vestiges de la mécanisation des chantiers (dragline de Barthelemy et Paul Isnard)
- 2 cimetières liés aux villages miniers (Placer Enfin et Paul Isnard)



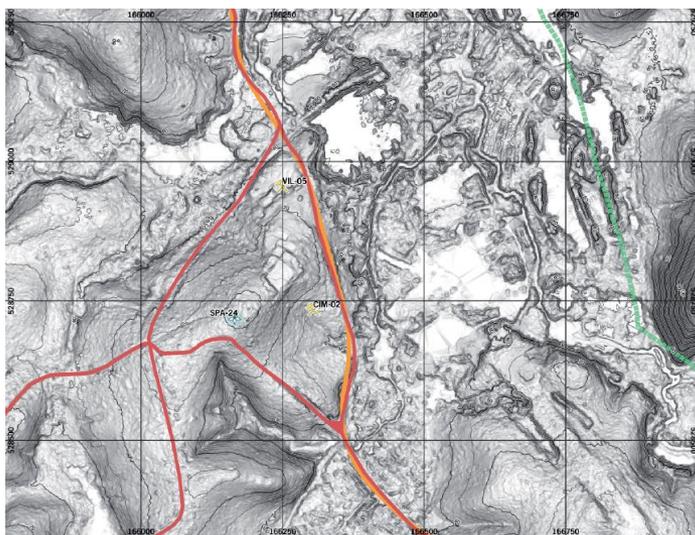
Exemple de remaniement des secteurs d'orpaillage



Crique Petit Lézard



Crique Roche



Confluence criques Roche et Petit Lézard



Les vestiges de la dragline de Barthélémy (site DRA-01 non touché)





Les vestiges de la laverie de Barthélémy (site LAV-01 non touché)





Sites potentiellement impactés & mesures envisagées – Occupation amérindienne

19 vestiges/sites d'occupation amérindienne présents à **moins de 200 m des infrastructures** minières et linéaires (2 le long de la piste/17 sur le site minier):

- 15 sites de plein air
- 2 objets isolés (fragments de quartz, préforme hache)
- 1 atelier de débitage
- 1 site de polissoirs

Mesures envisagées :

- Lorsque possible, **optimiser** la disposition des infrastructures pour préserver les sites
- Lorsque impossible, mise en œuvre de **diagnostics archéologiques**
- **Protection intégrale des montagnes couronnées**
- Montagnes couronnées devant clairement faire l'objet d'un **marquage sur site** afin d'éviter les dégradations

Polissoirs crique violette





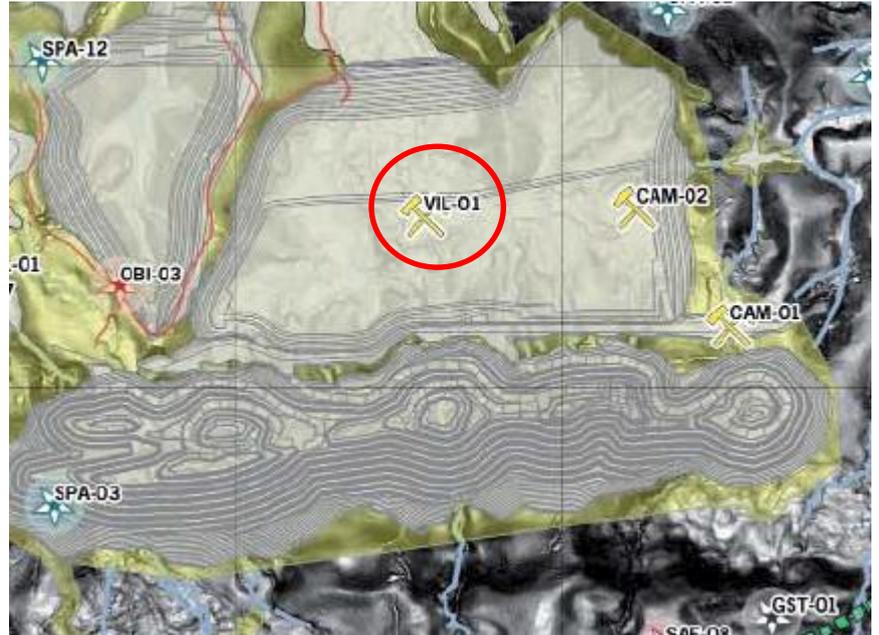
Sites potentiellement impactés & mesures envisagées – Occupation contemporaine

- ▶ **13 vestiges/sites** se situent dans un **rayon de 200 m** des infrastructures minières :
 - 1 vestige de laverie
 - 2 vestiges de campements
 - 7 vestiges de villages
 - 1 cimetière
 - 1 site de vestiges métalliques
 - 1 objet isolé (tessons de bouteille en verre)

- ▶ **Mesures envisagées :**
 - Lorsque possible, **optimiser** la disposition des infrastructures pour préserver les sites
 - Lorsque impossible, mise en œuvre de **diagnostics archéologiques** dans le cas du village Enfin pour en définir les limites
 - Lorsque impossible, mise en œuvre de **fouilles** de l'intégralité du **cimetière Enfin**

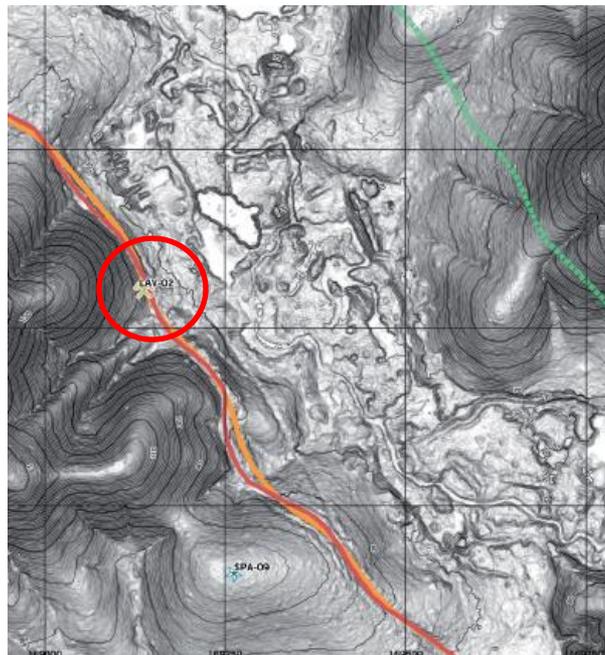


Vestiges du village minier de Bœuf Mort (site VIL-01)





Vestiges de la laverie en bordure de la crique Roche (site LAV-02)



Le long de la piste en bordure de la crique Roche à 3 km au nord du camp Citron – **possibilité d'optimiser le tracé**

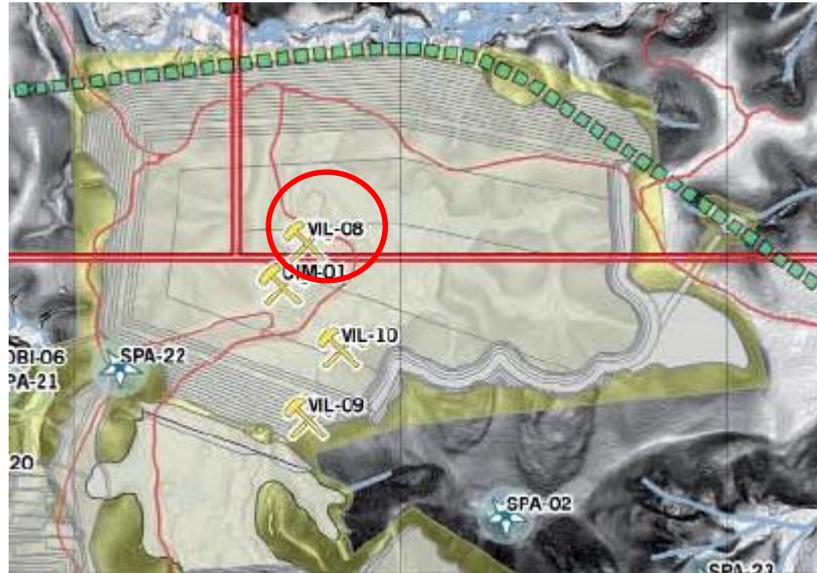


Matériel du campement Bœuf Mort (site CAM-01)





Vestiges du village du Placer Enfin (site VIL-08)



Conservation ou diagnostic



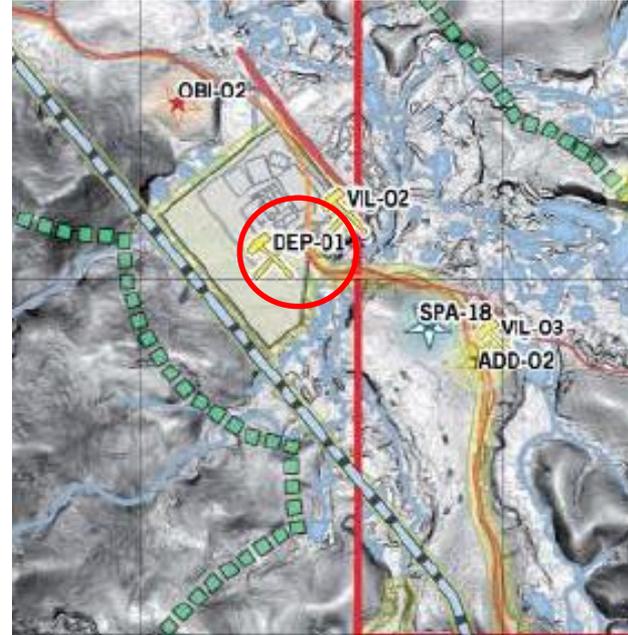
Cimetière du village du Placer Enfin (site CIM-01)



- À l'ouest - un groupe de **5 sépultures** dont 2 entourées de bouteilles et 3 avec bordures en blocs de quartz et croix métalliques
- À l'est – un ensemble de tombes comportant sans doute **12 sépultures** dont certaines délimitées par des bouteilles et d'autres des tumulus de terre
- **Conservation ou fouille**



Vestiges métalliques (site DEP-01)



Emplacement de la base vie –
possibilité d'optimiser
l'emplacement



Les procédures administratives

- ▶ **La CMO devra déposer, en vertu du Code du Patrimoine, une « Demande anticipée de prescription » auprès du Préfet de Guyane, avec copie à la DAC:**
- ▶ **Diagnostic archéologique** - réalisé par l'INRAP, avec des délais fixés par chacune des étapes
- ▶ **Fouille archéologique préventive** - réalisée par un opérateur spécialisé. CMO devra obtenir 4 propositions de la part d'opérateurs agréés qui seront soumises à la DAC pour avis et sélection des offres. La DAC fournira l'assistance à la maîtrise d'ouvrage
- ▶ **Mise en œuvre des travaux** - les fouilles archéologiques préventives ne pourront être lancées qu'une fois le Débat Public et l'enquête publique des dossiers achevés



Merci de votre attention