UNION MINIÈRE DE SAUL

Demande d'Autorisation Environnementale

pour la régularisation et l'extension de l'extraction de minerais d'or primaire, des installations de traitement gravimétrique du minerai et des installations de stockage de stériles et rejets miniers

au titre du Code Minier et du Code de l'Environnement

TOME 2 BIS : PLAN DE GESTION DES DECHETS ISSUS DE L'INDUSTRIE EXTRACTIVE

Version complétée et mise à jour à la suite des demandes de compléments de la DGTM du 29/04/2024 et du 21/08/2025

***Mine d'or de Repentir* - Concession n°01/1909 dite « Concession n°82 »**

Commune de Saül - Guyane Française (973)

Rapport n° R 22031105 – T2bis – V3

Octobre 2026

ABO GEO+ ENVIRONNEMENT

e-mail: contact@abo-geoplus.fr

SAS au capital de 120 000 euros - RCS : Toulouse 435 114 129 - Code NAF : 7112B

Siège social et Agence Sud	**Le Château**	**31 290 GARDOUCH**	**Tél : 05 34 66 43 42**
Agence Centre et Nord	49 rue de la Sauge	45 430 CHECY	Tél : 02 38 59 37 19
Agence Ouest	5 rue de la Rôme	49 123 CHAMPTOCE SUR LOIRE	Tél : 02 41 34 35 82
Agence Sud-Est	8 Avenue de la Gare	26 300 ALIXAN	Tél : 04 75 72 80 00
Agence Est	7 rue du Breuil	88 200 REMIREMONT	Tél : 03 29 22 12 68 /

Site Internet : www. geoplusenvironnement.com

PREAMBULE

La Société **Union Minière de Saül (UMS)** est titulaire de **la Concession de mines d'or et substances connexes n°01/1909 dite « Concession n°82 » ou « Repentir »**, prolongée jusqu'au 31/12/2043 par le Décret du 11/01/2022 sur le territoire de la commune de Saül en Guyane française (973).

L'exploitation des **filons F2 et F3 du secteur de Repentir** (Concession n°82) a été menée par la société sous-traitante **PRYLOR** jusqu'au 31/12/2018, sous couvert d'un contrat de prestation signé avec UMS le 3/11/2011. Malgré plusieurs visites de la part de la DEAL Guyane et 3 mises en demeure de mettre en place les mesures nécessaires pour corriger les non-conformités constatées et de se mettre en règle vis-à-vis du Code Minier, **les travaux miniers effectués sur le secteur de Repentir n'ont toujours pas été régularisés** par une demande d'Autorisation d'Ouverture de Travaux Miniers (Autorisation Environnementale depuis le 1er juillet 2023) en bonne et due forme.

Depuis le 31/12/2018 et le départ de PRYLOR, la nouvelle gérance d'UMS, confiée à Pierre REY, puis à Gauthier HORTH, a repris en mains l'exploitation du secteur de Repentir et souhaite **régulariser sa situation administrative vis-à-vis du Code Minier et du Code de l'Environnement.**

Ce dossier concerne donc une **Demande d'Autorisation Environnementale (DAE)** au titre du Code de l'Environnement et du Code Minier pour :

- **Régulariser les travaux miniers existants et les étendre** au sein de la Concession n°82 : **fosses** d'extraction de minerai primaire saprolitique (filons F02, F09, F09 bis, F03, F03-5, F05 ext, F07 ext, F12b ext, Fosses Félix, India, F26, Aérodrome, Saint-Léon, Marco et Mocinha), **verses à stériles**, pistes, aménagements hydrauliques miniers ;
- **Régulariser les installations de traitement gravimétriques du minerai**, soumises à enregistrement au titre de la rubrique 2515 des ICPE et les **bassins de rejets gravimétriques**, soumis à autorisation au titre de la rubrique 2720-2 des ICPE (installation de stockage de déchets non inertes et non dangereux résultant de l'extraction, du traitement et du stockage de ressources minérales).

Ces travaux et installations sont demandés en autorisation jusqu'au 31 décembre 2043 (date d'échéance de la première période de prolongation de la Concession n°82).

Cette exploitation minière, outre l'or produit, va générer :

- Des **stériles de décapage**, issus des opérations de décapage pour atteindre les zones minéralisées ;
- Des **stériles d'extraction** : matériaux encaissant de la minéralisation primaire présentant des teneurs en or non économiques ;
- Des **rejets issus du traitement gravimétrique** du minerai primaire nouvellement extrait, qui seront stockés dans les bassins de rejets gravimétriques.

La transposition de la Directive Européenne 2006/21/CE (15 mars 2006 – Gestion des déchets de l'industrie extractive) en droit français a pris deux formes :

- Pour les **déchets inertes et terres non polluées issus des activités minières**, les prescriptions de gestion sont fixées dans le Décret n°2010-1394 du 12 novembre 2010 relatif aux prescriptions applicables à certaines exploitations de mines et aux installations de gestion de déchets inertes et des terres non polluées résultant de leur fonctionnement**.**

- Pour les **déchets non inertes (dangereux ou non)** : création de la rubrique 2720 dans la nomenclature des ICPE. Les prescriptions d'exploitation sont fixées dans l'Arrêté Ministériel du 19 avril 2010, modifié par l'Arrêté du 24 avril 2017, relatifs à la gestion des déchets des industries extractives.

Ces dispositions obligent les exploitants à :

- Elaborer et mettre à jour un **plan de gestion** de leurs déchets (de découverte, d'extraction et de traitement), selon :
  - L'Art. 5 du Décret n°2010-1394 du 12 novembre 2010 pour les déchets inertes et terres non polluées ;
  - L'Art. 5 de l'AM du 19/04/2010 pour les déchets non inertes, dangereux ou non ;
- Aménager et contrôler les **zones réservées à leur stockage** d'une durée supérieure à trois ans : Art. 10 à 25 de l'AM du 19/04/2010 pour les déchets non inertes, dangereux ou non.

Pour définir le caractère inerte ou non des déchets du site :

- Il faut se référer à la Note Ministérielle du 22/03/2011 et à la Circulaire du 22/08/2011, définissant la liste des déchets considérés officiellement et réglementairement comme inertes et ne nécessitant pas de caractérisation au sens de la Directive Européenne ;
- Si les matériaux ne sont pas exemptés de caractérisation au sens de la Note Ministérielle, alors la caractérisation se fait selon les critères définis à l'Annexe I de l'Arrêté du 19/04/2010.

Tout exploitant minier est tenu de mettre en œuvre un Plan de Gestion des Déchets issus de son exploitation (décapage, extraction et traitement).

Pour répondre à ces exigences réglementaires, UMS présente ce **Plan de Gestion des Déchets issus de l'industrie extractive** dans le cadre du dossier de demande d'Autorisation Environnementale pour la régularisation et l'extension de l'extraction de minerais d'or primaire, des installations de traitement gravimétrique du minerai et des installations de stockage de stériles et rejets miniers.

L'objectif de ce plan de gestion est :

- D'identifier et caractériser les déchets générés par l'exploitation (déchets générés lors du décapage, de l'extraction et du traitement du minerai), en distinguant les stériles et résidus miniers inertes, non inertes, dangereux ou non dangereux ;
- De définir les modalités et les conditions de stockage de ces stériles et résidus, au fur et à mesure de l'avancée de l'exploitation, et ce jusqu'au réaménagement final du site ;
- D'analyser les risques environnementaux associés à ces stériles et résidus et décrire les moyens de prévention et de surveillance à mettre en place.

Ce document a été modifié dans cette version 3 pour intégrer les réponses apportées aux demandes de compléments de la DGTM du 29/04/2024 et du 21/08/2025. Les modification apportées sont surlignées en jaune.

SOMMAIRE

PREAMBULE 2

1. FONCTIONNEMENT DE L'EXPLOITATION, IDENTIFICATION ET ORIGINE DES DECHETS GENERES 7

1.1. CHANTIERS D'EXTRACTION DU MINERAI PRIMAIRE 11

1.1.1. Localisation des fosses d'extraction et des verses à stériles 11
1.1.2. Décapage 11
1.1.3. Extraction du minerai primaire 11

1.2. TRAITEMENT DU MINERAI PAR GRAVIMETRIE 12

2. CARACTERISATION DES STERILES ET RESIDUS MINIERS RESULTANTS DE L'EXPLOITATION DE LA MINE DE REPENTIR 14

2.1. CARACTERISATION DES STERILES ET RESIDUS MINIERS 14

2.1.1. Caractéristiques physiques 14
2.1.2. Caractéristiques géochimiques 14

3. GESTION TECHNIQUE DES STERILES ET RESIDUS MINIERS PRODUITS SUR LE SITE DE REPENTIR 17

3.1. GESTION DES TERRES VEGETALES (TERRES NON POLLUEES) 17

3.1.1. Quantités de terres végétales 17
3.1.2. Modalités de stockage 19

3.2. GESTION DES STERILES D'EXTRACTION (DECHETS INERTES) 19

3.2.1. Quantités de stériles de décapage et d'extraction 19
3.2.2. Modalités de stockage 20

3.3. GESTION DES REJET GRAVIMETRIQUES (DECHETS NON INERTES ET NON DANGEREUX 22

3.3.1. Quantité de rejets gravimétriques 22
3.3.2. Modalités de stockage 22

4. GESTION ENVIRONNEMENTALE DES STERILES ET RESIDUS MINIERS 29

4.1. GESTION GEOTECHNIQUE 29

4.1.1. Verses à stériles 29
4.1.2. Bassins de rejets gravimétriques (ou parcs à résidus) 31

4.2. GESTION DES EAUX SOUTERRAINES 36

4.2.1. Hypothèse de fonctionnement hydrogéologique du secteur de Repentir 36
4.2.1. Effets des installations de stockage 38

4.3. GESTION DES EAUX SUPERFICIELLES 38

4.3.1. Contexte hydraulique et hydrologique 38
4.3.2. Généralités 40
4.3.3. Les eaux des verses à stériles 40
4.3.4. Aménagement des bassins de décantation 41
4.3.5. Gestion des eaux des bassins de rejets gravimétriques 43
4.3.6. Effets sur l'écoulement et la qualité des eaux superficielles 44
4.3.7. Conséquence et gravité des phénomènes 45

4.4. VALORISATION/REDUCTION DES QUANTITES DE STERILES D'EXTRACTION 45

5. PHASAGE DE STOCKAGE DES STERILES ET RESIDUS MINIERS 46

6. CALCUL DES GARANTIES FINANCIERES LIEES AUX INSTALLATIONS DE STOCKAGE DE DECHETS NON INERTES ISSUS DE L'INDUSTRIE EXTRACTIVE 53

7. CONCLUSION 55

7.1. DECHETS GENERES PAR L'EXPLOITATION DE LA MINE DE REPENTIR 55

7.2. AMENAGEMENTS ET MESURES DE SUIVI POUR LA STABILITE DES INSTALLATIONS DE STOCKAGE 56

7.2.1. Verses à stériles 56
7.2.2. Bassins de résidus gravimétriques 56
7.2.3. Synthèse des mesures de suivi 56

7.3. AMENAGEMENTS ET MESURES DE SUIVI POUR LES EAUX SOUTERRAINES 57

7.3.1. Verses à stériles 58
7.3.2. Bassins de rejets gravimétriques 58
7.3.3. Synthèse des mesures de suivi 58

7.4. AMENAGEMENT ET MESURES DE SUIVI POUR LES EAUX SUPERFICIELLES 58

7.4.1. Verses à stériles 58
7.4.2. Bassins de rejets gravimétriques 58
7.4.3. Synthèse des mesures de suivi 58

FIGURES

Figure 1 : Localisation régionale et accès 8
Figure 2 : Carte de localisation des secteurs minéralisés sur la Concession n°82 9
Figure 3 : Périmètre de la Concession n°82 sur fond IGN au 1/25 000, activités et surfaces concernées par la demande 10
Figure 4 : Synoptique du processus de traitement gravimétrique 13
Figure 5 : Localisation et photographie des échantillons de stériles et rejet gravimétriques analysés 16
Figure 6 : Exemples de méthodes de dépôt des pulpes de résidus en amont de la digue (dépôt linéaire (a), dépôt ponctuel (b)) 24
Figure 7 : Vue aérienne des bassins de stockage actuels, circulation des eaux et aménagements à court terme 25
Figure 8 : Plan d'ensemble du stockage des rejets gravimétriques en fin de phase 1 26
Figure 9 : Plan d'ensemble du stockage des rejets gravimétriques en fin de phase 2 27
Figure 10 : Plan d'ensemble du stockage des rejets gravimétriques en fin de phase 4 28
Figure 11 : Conception d'une verse à stériles 30
Figure 12 : Exemples de préconisations pour la création et le rehaussement de digues 33
Figure 13 : Localisation des verses à stériles et bassins de rejets gravimétriques sur fond de topographie actuelle 39
Figure 14 : Schéma de circulation des eaux sur le secteur du filon F02 42
Figure 15 : Topographie et gestion des eaux : Phase 1, secteur de Repentir 48
Figure 16 : Topographie et gestion des eaux : Phase 1, agrandissement au droit du filon F02 49
Figure 17 : Topographie et gestion des eaux : Phase 2, secteur de Repentir 50
Figure 18 : Topographie et gestion des eaux : Phase 3, secteur montagnes India et des Boeufs 51
Figure 19 : Topographie et gestion des eaux : Phase 4, secteur Marco/Saint-Léon 52
Figure 20 : Stations de suivi des eaux souterraines et superficielles 60

TABLEAUX

Tableau 1 : Résultats des analyses chimiques par ICP-MS des échantillons de stériles et de résidus de la fosse du filon F2 de Repentir comparés à l'abondance crustale moyenne (Reimann and Caritat, 1988)..... 15
Tableau 2 : Estimation des volumes de stériles de découvertes de chaque fosse d'extraction et verse 18
Tableau 3 : Volumes de stériles générés par les différentes fosses 19
Tableau 4 : Caractéristiques des aires de stockage des stériles d'extraction 20
Tableau 5 : Principales caractéristiques des digues délimitant le bassin de rejets gravimétriques 22
Tableau 6 : Tonnages, cubatures et phasage d'exploitation des minerais primaires saprolitiques 47
Tableau 7 : Suivi des eaux superficielles en lien avec la gestion des stériles et résidus miniers 59

ANNEXES

Annexe 1 : Bordereau d'analyse géochimique des échantillons de stériles d'extraction de la fosse du filon F2 et des échantillons de rejets gravimétriques (WESSLING, octobre 2019)
Annexe 2 : Rapport d'étude géotechnique, surélévation du bassin de résidus, réflexions sur l'évolution du site (Mine&Avenir, août 2021)
Annexe 3 : Note de dimensionnement des bassins de décantation (ABO-GEO+, septembre 2023)

1. FONCTIONNEMENT DE L'EXPLOITATION, IDENTIFICATION ET ORIGINE DES DECHETS GENERES

L'activité déjà présente sur le site comporte actuellement deux composantes principales :

- Une composante liée à l'**extraction des minerais**, rattachée au **Code Minier** : zone d'extraction, verses à stériles, piste et circuit de l'eau pour partie ;
- Une composante liée au **traitement mécanique des minerais**, rattachée à la **réglementation ICPE (Code de l'Environnement)** : usine de traitement gravimétrique, parcs à résidus, et circuit de l'eau pour partie.

Le traitement des minerais est actuellement basé sur une **chaîne dite de séparation gravimétrique**. Cette étape gravimétrique ne permet la récupération que d'environ 25 à 30 % de l'or libre. L'étape d'affinage (fusion de l'or) n'est pas réalisée sur place, mais est confiée à la SAAMP (Société d'Affinage et Apprêts de Métaux Précieux) à Cayenne.

Le nouveau projet a pour but de régulariser et d'étendre ces activités d'extraction et de traitement, ainsi que **d'améliorer le procédé de traitement gravimétrique** par la mise en place d'une nouvelle usine gravimétrique qui répondra à un objectif **d'optimisation de la ressource minérale** en augmentant le taux de récupération de l'or (objectif de 50%).

Les activités exercées seront donc les suivantes :

- Extraction de minerai primaire au niveau des fosses sur le site ;

  ➔ **Stockage des stériles d'extraction au niveau de 9 verses à stériles** ;
- Traitement du minerai primaire par gravimétrie ;

  ➔ **Stockage des rejets gravimétriques** dans le parc à résidus ;

Les *Figure 1, Figure 2 et Figure 3* permettent de localiser les activités et travaux à venir.

Légende

- Concession n°82 = périmètre AOTM
- Concession UMS
- Accès terrestre
- COMMUNE

Zonage environnement

- PAG Coeur de parc
- PAG Zone de libre adhésion

0 6 12 18 24 km

Accès aérien
(hélicoptère ou avion)

RN1/Agami 160 km

Agami/Repentir 25 km

Figure 1

UMS - Mine d'or de Repentir - Concession n°01/1909 ou 82 - Saül (973)

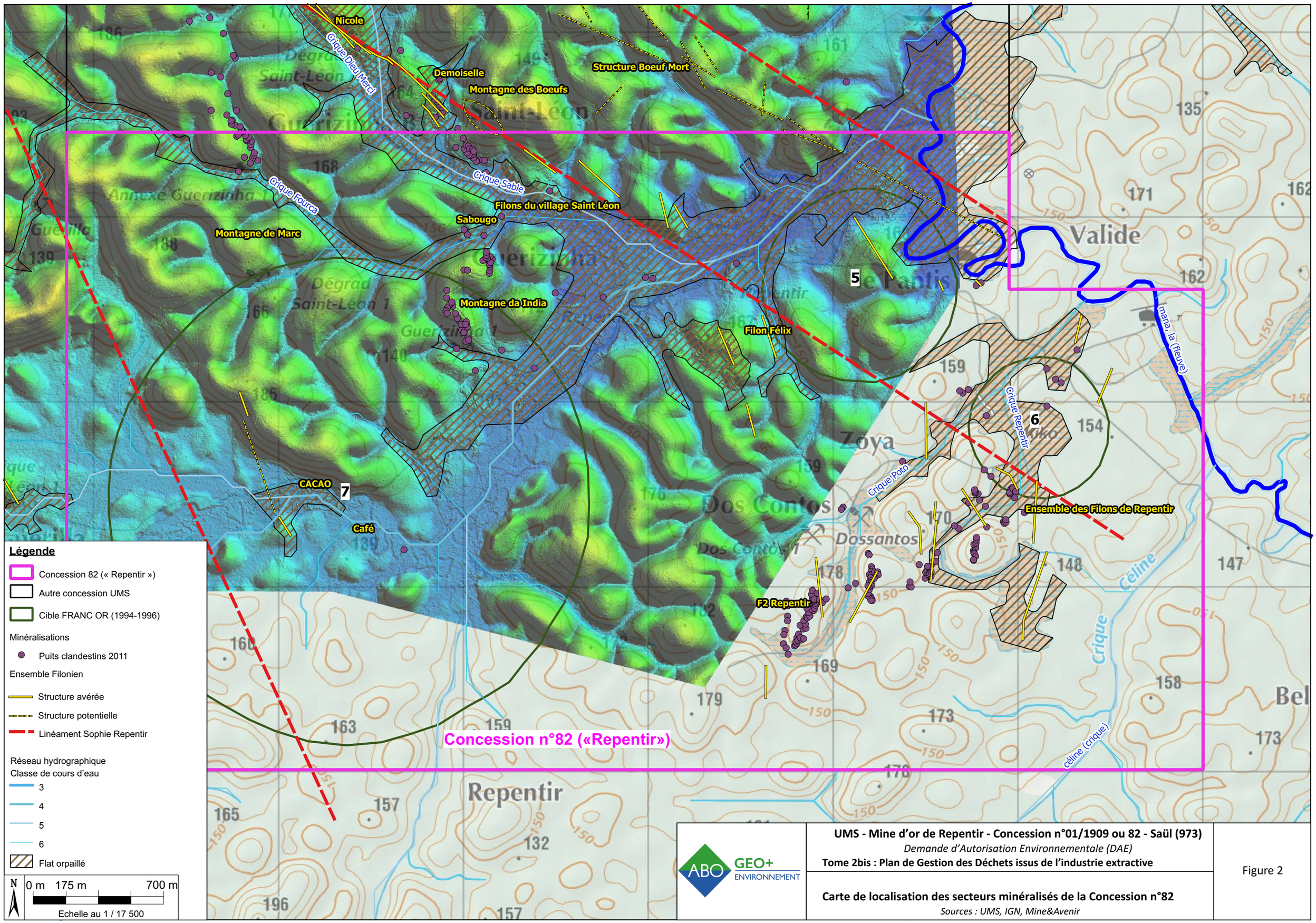
Demande d'Autorisation Environnementale (DAE)

Tome 2bis : Plan de Gestion des Déchets issus de l'industrie extractive

Localisation régionale et accès

Sources : UMS, IGN, DEAL Guyane

GEO+ ENVIRONNEMENT



UMS - Mine d'or de Repentir - Concession n°01/1909 ou 82 - Saül (973)

Demande d'Autorisation Environnementale (DAE)

Tome 2bis : Plan de Gestion des Déchets issus de l'industrie extractive

Carte de localisation des secteurs minéralisés de la Concession n°82

Sources : UMS, IGN, Mine&Avenir

Figure 2

N

Camp Nicole
Saint Léon
Fosse Marco
Fosse Mocinha
Mocinha
Saint-Léon
Fosse Saint-Léon
Secteur Montagne des Boeufs
Aerodrome
Fosse Aérodrome
Aerodrome
Secteur Montagne Da India
Verse R-V11
Camp Félix
Camp KWG
F11
F11
F11
Fosse India
Fosse Félix ext
Felix
Felix
Fosse F26
Verse R-V10
Felix
Parc à résidus R-PR01
F09
F09
F07 ext
Camp Kiko
F12b ext
F12b ext
F12b ext
F12b ext
F10
F14
F07 ext
Actuelle
F09 bis
F08
F09 bis
F09 bis
Secteur Repentir
Camp et atelier Montagne
F03
F03-5
F06
F03
F03-5
F03-5
F05 ext
F02
F03
F03-5
F05 ext
F02
Verse R-V04-05
F05 ext
Verse R-V07
F01
F01
Céline
Mana
Valide
Kiko
Bellevue
Repentir
Guerizinha
Zohia
Criques St-Léon
Criques Céline

Légende :

- Concession n°82
- concession_ums
- Secteurs d'activités

Minéralisations
- Prouvé
- Probable

Travaux Miniers
- fosse
- parc
- verse
- verse et fosse

Installations actuelles
- Usine UMS
- camps
- Routes

camps
- Piste aérodrome

Hautes terrasses alluvionnaires
- Mana
- Céline

Cartes IGN

0 250 500 750 1 000 m
Echelle au 1:25 000

ABO GEO+ ENVIRONNEMENT

UMS - Mine d'or de Repentir - Concession n°01/1909 ou 82 - Saül (973)
Demande d'Autorisation Environnementale (DAE)
Tome 2bis : Plan de Gestion des Déchets issus de l'industrie extractive

Périmètre de la Concession n°82 sur fond IGN au 1/25 000, activités et surfaces concernées par la demande
Source : UMS, IGN, GEO +

Figure 3

1.1. CHANTIERS D'EXTRACTION DU MINERAI PRIMAIRE

1.1.1. Localisation des fosses d'extraction et des verses à stériles

Les futures fosses d'extraction et verses à stériles sont localisées sur la *Figure 3* :

- Les fosses d'extraction : Celles-ci, au nombre de 15, doivent être ré-ouvertes ou ouvertes ;
- Les verses à stériles, au nombre de 9, sont situées :
  - Verse R-V04-05 est situé à l'Est de la fosse F02 ;
  - Verse R-V07 est situé à l'Est de la fosse F05 ext ;
  - Verse R-V09 est situé au Nord-Est de la fosse F09 bis ;
  - Verse F12b ext sera reprise en verse après la fin d'exploitation de la fosse F12b ext ;
  - Verse R-V10est situé au Sud-Ouest de la fosse Félix ext ;
  - Verse R-V11 est situé au Nord-Est de la fosse India ;
  - Verse F26 sera reprise en verse après la fin d'exploitation de la fosse F26.

1.1.2. Décapage

Les terrains qui seront utilisés pour les fosses d'extraction ont déjà fait l'objet d'exploitations plus ou moins poussées par le passé. Le décapage et le défrichement y seront donc **relativement limités.**

Le matériel utilisé pour ces travaux de découverte sur la mine sera :

- Une pelle sur chenilles,
- Un tombereau,
- Un bulldozer.

L'horizon pédologique supérieur dit « terre végétale », sera décapé sur environ 30 cm et stocké sélectivement en vue de son utilisation pour la remise en état coordonnée. Le volume de terre végétal est estimé à environ 200 000 m^3.

1.1.3. Extraction du minerai primaire

Les travaux miniers envisagés sont l'excavation de minerai dans 15 fosses d'extraction à ciel ouvert. Les moyens utilisés sont des pelles excavatrices montées sur chenilles.

La méthode d'extraction, dite « en tranchée descendante », consiste à débuter l'extraction au sommet de la fosse, et à s'enfoncer progressivement dans le gisement, par paliers successifs de 2 à 5 m de hauteur. Chaque tranche sera échantillonnée dans les zones visiblement minéralisées. De même, au cours de l'avancement, le front de taille sera échantillonné par rainurage. Cette méthode permettra de distinguer sur le terrain le minerai (teneur Au > 2 g/t) du stérile (teneur Au < 2g /t). Ce chantier évoluera, en fonction de la géologie, sur 6 à 10 fronts successifs au maximum.

La largeur d'une banquette en cours d'extraction sera au minimum de 7 m, afin de permettre la circulation des engins en toute sécurité (elles seront rabattues au final à 5 m).

Le **minerai sera transporté** vers l'usine gravimétrique **par tombereaux**, en utilisant les pistes qui sont aménagées sur le site. Les tombereaux déverseront le minerai sur un pré-stock, devant l'usine. Les stériles d'extraction seront chargés sur les tombereaux et déposé dans les **verses à stériles**.

1.2. TRAITEMENT DU MINERAI PAR GRAVIMETRIE

L'usine gravimétrique permet d'effectuer la préparation du minerai et sa valorisation :

- La **préparation du minerai** regroupe les phases de **mise en pulpe** et **fragmentation** ;
- La **valorisation** est une étape d'enrichissement au cours de laquelle l'or est séparé en une **phase concentrée** (or et minéraux lourds) d'une **phase appauvrie en or** (rejets).

Au cours de ces deux étapes, le minerai est successivement, broyé (réduction de la granulométrie) et mis en pulpe. L'or est extrait par concentration gravimétrique.

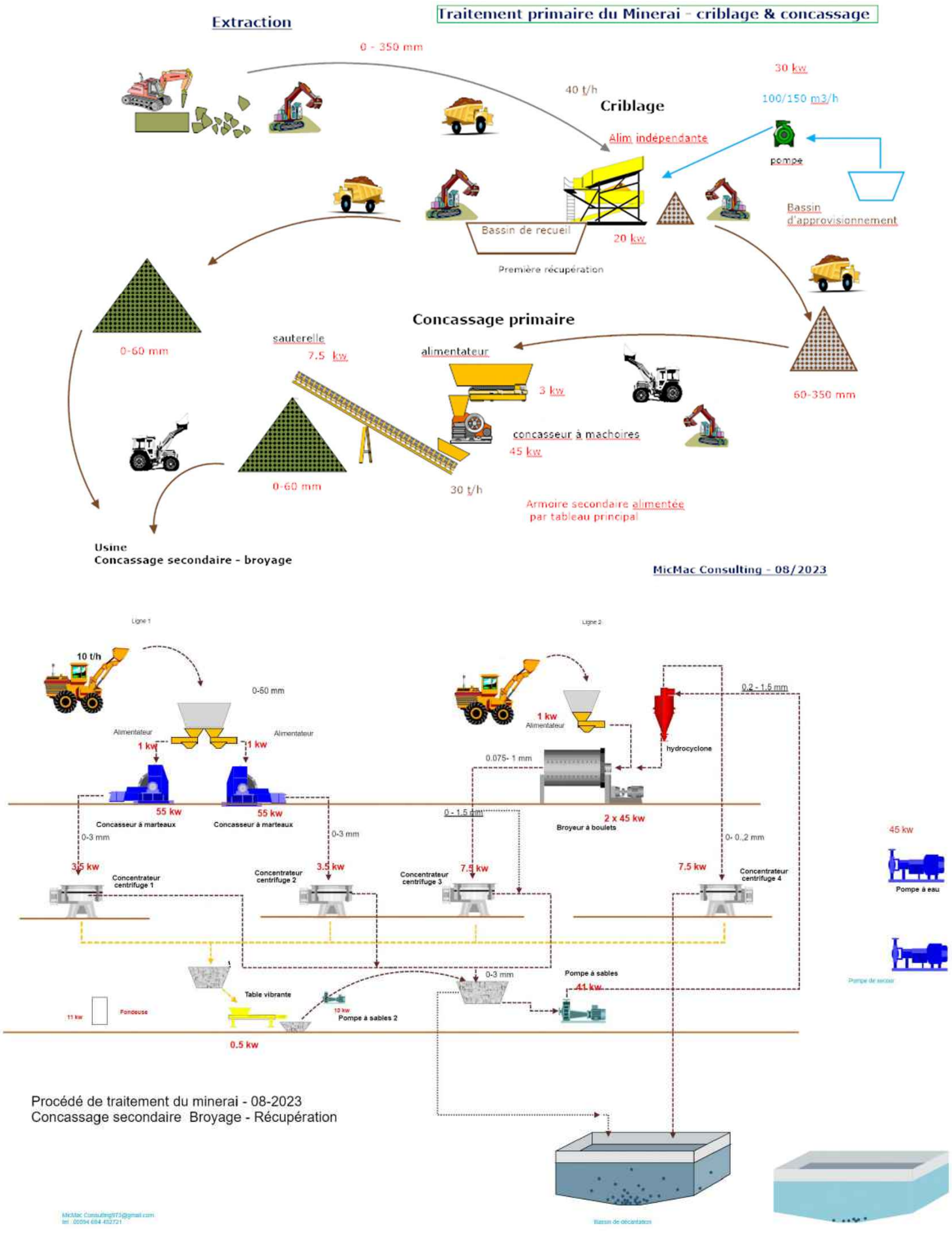
Afin d'optimiser le taux de récupération de l'or et d'augmenter la capacité de traitement UMS prévoit de remplacer l'usine actuelle par une nouvelle plus performante. La ligne de traitement en plusieurs ateliers :

1) Préparation du minerai sur la plateforme de l'usine : lavage, criblage et concassage primaire ;
2) Une ligne de broyage et concentration gravimétrique primaire constituée de 2 broyeurs à marteaux et 2 concentrateurs centrifuges ;
3) Une ligne de broyage et concentration gravimétrique secondaire constituée d'1 broyeur à boulets et de 2 concentrateurs centrifuges ;
4) Une dernière étape de concentration gravimétrique finale par table à secousse et fusion du concentré obtenu.

Le synoptique du procédé de traitement gravimétrique est présenté en *Figure 4*.

L'alimentation de l'usine se fera à un rythme d'environ 20 t/h, sur 2 postes de 10 h/j, 220 j/an, soit une moyenne de 365 t/j et de 80 000 t/an de produits traités.

Organe	Alimentation de l'usine gravimétrique
Rythme	20 t/h en moyenne
Engins	1 pelle hydraulique 1 chargeur sur pneus
Personnel	1 conducteur de pelle hydraulique



ABO GEO+ ENVIRONNEMENT	**UMS – Mine d'or de Repentir – Concession n°01/1909 ou 82 – Saül (973)** Demande d'Autorisation Environnementale **Tome 2bis : Plan de Gestion des Déchets issus de l'industrie extractive**	Figure 4
	Synoptique du procécé de traitement gravimétrique *Source : MicMac Consulting*	

2. CARACTERISATION DES STERILES ET RESIDUS MINIERS RESULTANTS DE L'EXPLOITATION DE LA MINE DE REPENTIR

2.1. CARACTERISATION DES STERILES ET RESIDUS MINIERS

2.1.1. Caractéristiques physiques

L'exploitation du gisement est entièrement localisée dans la zone oxydée du profil d'altération. Et le matériau extrait, qu'il soit stérile ou minéralisé, est une saprolite, matériau meuble provenant de l'altération chimique sous climat équatorial de la roche saine, se traduisant par une destruction de la maille cristalline des minéraux primaires à partir d'un intense lessivage des silicates d'aluminium et de fer issus de la roche sous-jacente. Il conduit à la création de minéraux secondaires (principalement des argiles avec des oxydes et hydroxydes de fer, d'aluminium (Al) ou de titane), ainsi que la mobilisation et la re-précipitation partielle de fer (Fe) et de manganèse (Mn), tout en préservant les minéraux les plus résistants comme les zircons, les magnétites et le quartz. Dans les horizons superficiels, l'argilisation est complète et on ne reconnaît plus la roche d'origine, alors que dans les horizons plus profonds, la néoformation incomplète des minéraux permet de reconnaître la structure cristalline originelle.

Les stériles d'extraction seront composés de latérite, saprolite, diorite, plus ou moins foisonnées et pouvant présenter des blocs quartz ou de roche altérée notamment lorsqu'il s'agit d'éléments provenant de la zone de transition (en dessous de la saprolite).

Leur densité en verse est de l'ordre de 1,4.

Les **rejets gravimétriques** ont une humidité résiduelle de 15%, une granulométrie inférieure à 2,5 mm et une densité de l'ordre de **1,4.**

Ils sont analogues à des limons peu plastiques (classification GTR : A1). Il a été observé une perte des caractéristiques mécaniques pour une teneur en eau supérieure à 30% et des caractéristiques maximales (résistances à la compression et au cisaillement) autour d'une teneur en eau de 20%. Le comportement est très peu plastique.

A court terme, les rejets gravimétriques auront des caractéristiques mécaniques médiocres qui iront en s'améliorant avec leur déshydratation. Quoi qu'il en soit, ces résidus seront soutenus par une digue dimensionnée dans les règles de l'art.

2.1.2. Caractéristiques géochimiques

GEO+ a procédé, en septembre 2019, à la caractérisation géochimique de 2 échantillons de stériles d'extraction prélevés au niveau des verses V2 et V4 de la fosse du filon F2 du secteur de Repentir et de 2 échantillons de rejets de l'usine gravimétrique prélevés au niveau des bassins B1 (rejet grossiers) et B2 (rejets fins) (voir localisation et photographies en *Figure 5*). Les échantillons ont été prélevés à la tarière à main et envoyés au laboratoire WESSLING pour y réaliser les analyses suivantes :

- Teneur en métaux sur échantillon total par screening ICP-MS ;
- Teneur en soufre sous forme de sulfures sur échantillon total ;
- Test de lixiviation selon la norme NF EN 12457-2 ;
- Concentration en métaux du lixiviat.

Le tableau ci-dessous récapitule les métaux qui ont pu être détectés par le screening ICP-MS des stériles d'extraction et des rejets gravimétriques. Les bordereaux d'analyse complets sont joints en *Annexe 1*.

Tableau 1 : Résultats des analyses chimiques par ICP-MS des échantillons de stériles et de résidus de la fosse du filon F2 de Repentir comparés à l'abondance crustale moyenne (Reimann and Caritat, 1988)

	Verse à stériles V2	Verse à stériles V4	Bassin de rejet B1	Bassin de rejet B2	Abondance crustale moyenne
Description	Diorite saprolitisée « lie de vin » à kaolinite blanche. Stérile récent non compacté, pulvérulent.	Saprolite argileuse rouge compact. Stérile ancien.	Rejets gravimétriques grossiers sableux	Rejets gravimétriques fins argileux	Reimann and Caritat, 1988
Al (mg/kg MS)	3 900	5 700	1 900	7 500	82 300
As	<10	<10	11	13	1,8
Ba (mg/kg MS)	15	13	260	170	425
Ce (mg/kg MS)	<10	<10	40	87	66,5
Co (mg/kg MS)	<10	<10	32	18	25
Cr (mg/kg MS)	28	19	15	28	102
Cu (mg/kg MS)	21	14	18	32	60
Fe (mg/kg MS)	23 000	33 000	22 000	41 000	56 300
Ga (mg/kg MS)	<10	<10	29	27	19
K (mg/kg MS)	200	150	170	630	20 900
Mg (mg/kg MS)	480	68	71	560	23 300
Mn (mg/kg MS)	57	34	2 500	1 000	950
Na (mg/kg MS)	54	19	19	18	23 600
Nd (mg/kg MS)	<10	<10	11	20	41,5
Pb (mg/kg MS)	<10	<10	35	75	14
Si (mg/kg MS)	520	620	350	450	282 000
Sr (mg/kg MS)	23	<10	<10	<10	370
Ti (mg/kg MS)	290	150	60	150	5 650
V (mg/kg MS)	59	57	27	86	120
W (mg/kg MS)	<10	<10	51	34	1,25
Zn (mg/kg MS)	<10	<10	26	26	70

*Légende : Les lignes **remplies en rouge** correspondent aux éléments dont le rapport concentration moyenne des échantillons / abondance crustale est supérieur ou égal à 10.*

Stériles et rejets miniers



Echantillon V2 : verse à stériles V2



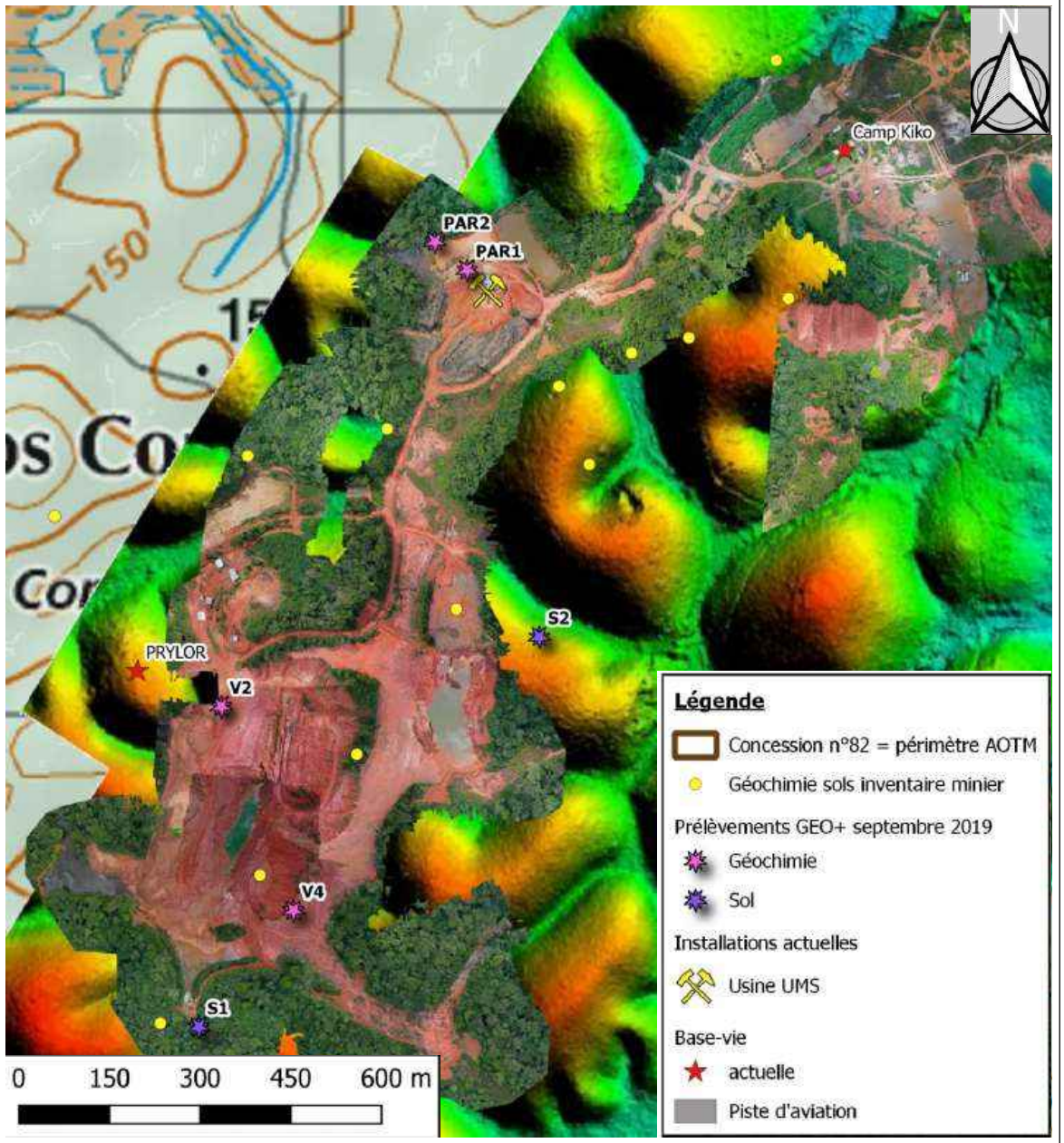
Echantillon V4 : verse à stériles V4



Echantillon PAR1 : rejets grossiers bassin 1



Echantillon PAR2 : rejets fins bassin 2



ABO GEO+ ENVIRONNEMENT	**UMS – Mine d'or de Repentir – Concession n°01/1909 ou 82 – Saül (973)** Demande d'Autorisation Environnementale **Tome 2bis : Plan de Gestion des Déchets issus de l'industrie extractive** **Localisation et photographie des échantillons de stériles et rejet gravimétriques analysés** *Source : UMS et ABO-GEO+ (septembre 2019)*	Figure 5

Cette composition géochimique à Fe, Al, Si, Mg, Na, K, Mn pour les éléments majeurs et à Ba, Ce, Cr, Cu, Ga, Nd, Pb, Sr, Ti, V, W, Zn, pour les éléments traces, s'explique par la composition minéralogique typique des saprolites :

- Minéraux argileux, principalement kaolinite $Si_4Al_4O_{10}(OH)_8$ et illite $K^+_{x+y}(Si_{8-x}Al_x(Al_{4-y}M^{2+}_y)O_{20}(OH)_4$, pouvant accueillir différents types d'ions métalliques en position M^{2+} ou en substitution de l'aluminium ;
- Des oxydes et hydroxydes de fer, et notamment la goethite (FeO(OH)), pouvant renfermer des traces de manganèse, et la gibbsite ($Al(OH)_3$).

Les concentrations en éléments traces des échantillons de stériles et de rejets sont comparables. Les deux échantillons de rejets présentent quelques métaux traces supplémentaires (As, Ce, Ga, Nd, Pb, W, Zn). Ces métaux, issus de la roche originelle (diorite), se trouvent probablement en position octaédrique dans les feuillets d'argile et/ou sont associés à des minéraux accessoires, resistants à l'altération, de la diorite originelle. Les essais de lixiviation ne mettent en évidence **aucun relargage de métaux par les échantillons**.

Les concentrations en mercure mesurées sur roche totale sont inférieures au fond géochimique guyanais.

Enfin, les **teneurs en soufre sous forme de sulfures sont inférieures à 0,0001% (0,1 mg/kgMS)**. Les échantillons analysés sont donc en dessous du critère de 0,1% du soufre total compté en soufre réduit issu des sulfures. Ils sont donc considérés comme **non acidogènes** au regard de l'Arrêté du 19 avril 2010.

Les **stériles d'extraction** et les **rejets issus du traitement du minerai par gravimétrique** sont des ***« déchets provenant de l'extraction de minéraux métallifères » (rubrique 01 01 01).***

La caractérisation présentée dans les paragraphes précédents permet de conclure que les **stériles d'extraction** et les **rejets issus du traitement du minerai par gravimétrique** sont des **déchets inertes et non dangereux** au sens de l'Arrêté Ministériel du 19/04/2010.

3. GESTION TECHNIQUE DES STERILES ET RESIDUS MINIERS PRODUITS SUR LE SITE DE REPENTIR

3.1. GESTION DES TERRES VEGETALES (TERRES NON POLLUEES)

3.1.1. Quantités de terres végétales

Les terrains qui seront utilisés pour les fosses d'extraction ont déjà fait l'objet d'exploitations plus ou moins poussées par le passé. Le décapage et le défrichement y seront donc relativement limités.

Le tableau ci-après précise les surfaces à défricher et les volumes de terre végétale décapés pour chaque zone d'extraction :

Tableau 2 : Estimation des volumes de stériles de découvertes de chaque fosse d'extraction et verse

Secteur	Infrastructure	Nom	Surface (ha)	Défrichement préalable à effectuer (ha)	Volume de terre végétale (m^3)
Repentir F2	Fosse	F02	4,0	**0**	**0**
	Verse à stériles	Verse R-V04-05	8,7	**0,2**	**600**
Repentir F3	Fosse	F03	2,7	**0**	**0**
	Fosse	F03-5	0,9	**0,36**	**1 080**
Repentir F5	Fosse	F05 ext	5,6	**0,39**	**1 170**
	Verse à stériles	Verse R-V07	9,0	**4,7**	**14 100**
Repentir F7	Fosse	F07 ext	2,5	**0,3**	**900**
Repentir F9	Fosse	F09	2,7	**2,0**	**6 000**
	Fosse	F09 bis	2,1	**2,0**	**6 000**
	Verse à stériles	Verse R-V09	11,3	**7,2**	**21 600**
Repentir F12	Fosse puis verse à stériles	F12b ext	3,2	**0,2**	**600**
Fosse Marco	Fosse	Marco	2,2	**1,1**	**3 300**
Fosse F26	Fosse puis verse à stériles	F26	2,7	**2,2**	**6 600**
Fosse Félix	Fosse	Fosse Félix ext	3,6	**0,05**	**150**
	Verse à stériles	Verse R-V10	14,8	**11,8**	**35 400**
Fosse Saint-Léon	Fosse puis verse à stériles	Fosse Saint-Léon	7,6	**2,9**	**8 700**
Fosse Aérodrome	Fosse	Fosse Aérodrome	4,1	**2,5**	**7 500**
Fosse Mocinha	Fosse	Fosse Mocinha	3,2	**2,2**	**6 600**
Fosse Montagne da India	Fosse	Fosse India	2,8	**2,9**	**8 700**
	Verse à stériles	Verse R-V11	8,8	**8,5**	**25 500**
Parc	Parc à résidus	Parc à résidus R-PR01	17,6	**13,45**	**40 350**
Total			**120**	**63,2**	**194 850**

En prenant en compte les infrastructures annexes (bassins de décantation), la **surface de défrichement associée à l'exploitation primaire** est estimée à environ **63 ha** et le volume de **terre végétale (terre non polluée)** généré par le décapage à environ **195 000 m^3.**

3.1.2. Modalités de stockage

La terre végétale sera décapée sélectivement et mise en stock à proximité des zones en chantier.

Elle sera mise en dépôt sous forme de **merlons temporaires dont la hauteur ne dépassera pas 2 mètres** afin de limiter le tassement lié au poids du matériau stocké. Cette hauteur correspond par ailleurs à la hauteur normale d'un chargement sans avoir à rouler sur le tas, donc sans tassement. Ces dépôts seront profilés en arrondi.

Cette terre végétale **stockée temporairement** sera ensuite utilisée dans le cadre de la remise en état, pour les travaux de revégétalisation. La remise en état étant coordonnée à l'exploitation, la durée de stockage de la terre végétale n'excèdera pas 3 ans

3.2. GESTION DES STERILES D'EXTRACTION (DECHETS INERTES)

3.2.1. Quantités de stériles de décapage et d'extraction

Une estimation des volumes de stériles qui seront générés par l'extraction minière sur le site de Repentir a été réalisée par GEO+ par modélisation 3D (logiciel *CORALIS*). Ces volumes sont indiqués dans le *tableau suivant :*

Tableau 3 : Volumes de stériles générés par les différentes fosses

Nom	Ordre	Déblai total en m^3	Volume à stocker en verse (foisonnement 10%)	Aire de stockage
Fosse F02	1	595 000	589 050	Verse R-V04-05
Fosse F09	2	600 000	594 000	Verse R-V09
Fosse F03	3	430 000	425 700	Verse R-V04-05
Fosse F05 ext	4	1 215 000	1 202 850	Verse R-V07
Fosse 12b ext	5	705 000	697 950	Verse R-V09
Fosse F07 ext	6	430 000	425 700	Verse F12b ext
Fosse F09 bis	7	370 000	366 300	Verses R-V09 et R-V04-05
Fosse F03-5	8	50 000	49 500	Verse R-V04-05
Fosse Félix ext	9	550 000	544 500	Verse R-V10
Fosse india	10	475 000	470 250	Verses R-V11 et F26
Fosse 26	11	305 000	301 950	Verse R-V11
Fosse aérodrome	12	495 000	490 050	Verse R-V10
Fosse Mocinha	13	270 000	267 300	Verse R-V11
Fosse Saint-Léon	14	880 000	871 200	Verses R-V11 et R-V10
Fosse Marco	15	455 000	450 450	Fosse Saint Léon
Total		**7 825 000**	**7 746 750**	

Un total de l'ordre de **7 746 750 m^3 de stériles d'extraction inertes et non dangereux** sera généré par l'extraction du minerai sur les 15 fosses prévues d'être exploitées, soit une production moyenne de **440 000 m^3 par an** sur la durée cumulée de **18 ans** prévue pour l'extraction minière.

3.2.2. Modalités de stockage

Les stériles de décapage et d'extraction seront stockés sous forme de verses qui viendront combler des thalwegs situés à proximité des fosses. Les différentes installations de stockage des stériles sont localisés sur la *Figure 3*.

Tableau 4 : Caractéristiques des aires de stockage des stériles d'extraction

Installation de stockage	Ordre	Volume stocké en m^3	Provenance des stériles	Cote maximale de remblai (m NGG)	Hauteur maximale de remblai (m)
Verse R-V04-05	1	1 384 250	Fosse F02, F03 et F03-5 en totalité et fosse F09 bis en grande partie (320 000 m^3)	147	27
Verse R-V07	2	1 202 850	Fosse F05 ext en totalité	127	22
Verse R-V09	3	1 341 950	Fosse 12b ext et F09 en totalité, fosse F09 bis partiellement (50 000 m^3)	135	22
Fosse 12b ext	4	425 700	Fosse F07 ext en totalité	120	Remblaiement de fosse
Verse R-V10	5	1 569 550	Fosse félix ext et fosse aérodrome en totalité, fosse Saint-Léon partiellement (535 000 m^3)	130	20
Fosse 26	6	356 000	Fosse india partiellement (356 000 m^3)	120	Remblaiement de fosse
Verse R-V11	7	1 016 450	Fosse 26 et fosse Mocinh en totalité et fosse india (110 000 m^3) et saint-léon partiellement (337 200 m^3)	130	23
Fosse Saint Léon	8	450 000	Fosse Marco	112	Remblaiement de fosse

Les stériles d'extraction de la fosse du filon F02 seront répartis sur la verse R-V04-05. Les verses à stériles seront définies géométriquement comme suivi et suivront les recommandations structurelles d'un géotechnicien :

- La **verse R-V04-05**, située à l'Est de la fosse F02, reprendra les zones de remblais actuelles (anciennes verses V1, V4 et V5). Le remblaiement homogénéisera la structure actuelle pour reprendre une structure géométrique plus stable et en créant un dénivelé plus ou moins constant sur celui-ci, permettant aux eaux superficielles de s'écouler vers plusieurs points bas prédéfinis.
- La **verse R-V09**, située sur la partie Nord-Est de la fosse F09 bis, dominera le talweg formé par les trois sommets culminant à 140 m NGG. Le remblai sera dimensionné afin d'assurer une structure stable et un écoulement des eaux vers plusieurs points bas définis.
- La **verse R-V07**, située à l'Est de la fosse F05 ext, sera dimensionnée avec le point haut sur la partie Nord-Ouest du remblai et le point bas sur la partie Sud-Est ; permettant ainsi un écoulement des eaux vers un point de rétention principal.

- La **verse R-V10**, située au Sud-Ouest de la fosse Félix ext, dominera le talweg se jetant dans la crique Saint-Léon et sera dimensionné avec le point haut au Sud et le point bas au Nord du remblai, assurant ainsi un écoulement des eaux superficielles vers un point bas prédéfini.
- La verse **R-V11**, située au Nord-Est de la fosse India, dominera le talweg formé par les trois sommets culminant à 150 m NGG, au bord de la crique Saint-Léon. Elle sera dimensionnée selon un point haut au Nord et un point bas au Sud du remblai, secondé par d'autres parties du remblai avec une pente annexe, permettant un écoulement des eaux superficielles vers plusieurs zones tampons.
- Les **fosses F12b ext, F26 et Saint Léon**, seront remblayées par des stériles.

Le phasage global des activités d'extraction d'or primaire et de stockage des stériles sur le site de Repentir est présenté au *§ 6 du Tome 2 : Mémoire Technique.*

Les stériles d'extraction seront, autant que possible (tranche superficielles composée d'argiles graveleuses latéritiques), valorisés pour la couverture de surface des pistes et voies de circulation.

Ils seront chargés par pelle hydraulique et amenés aux zones de stockage (verses à stériles) par tombereaux. Le remblayage se fera par couches successives de 4 m d'épaisseur séparées par des banquettes de 5 m de large permettant la circulation des tombereaux. **La pente intégratrice de ces verses sera de 30° au maximum**.

Une surveillance régulière de l'état de stabilité des verses sera réalisée par un géotechnicien.

Les désordres affectant les verses à stériles sont le plus souvent liés au ruissellement des eaux pluviales : formation de micro-canyons, imbibition des matériaux par les eaux de surface, érosion de pied par la circulation des eaux. **La stabilité et la pérennité dans le temps des verses à stérile seront ainsi assurées par toutes les mesures de gestion des eaux de ruissellement** présentées dans le *§ 4.3.3*.

Les eaux de ruissellement amont seront déviées, et circuleront en dehors des zones de stockage, afin d'éviter tout risque d'effondrement (par érosion hydrique), ou de charge des eaux en Matières En Suspension (MES).

3.3. GESTION DES REJET GRAVIMETRIQUES (DECHETS NON INERTES ET NON DANGEREUX

3.3.1. Quantité de rejets gravimétriques

Les rejets gravimétriques à venir proviendront du traitement par gravimétrie du minerai primaire.

Les rejets, après décantation et consolidation, atteindront une **densité de 1,4** et représenteront donc un volume de **1 095 000 m³**. Soit une production moyenne d'environ **62 000 m³/an**.

3.3.2. Modalités de stockage

Les **zones actuelles de stockage** des rejets gravimétriques (bassins n°2, 3 et 4) seront **surélevées de 8 m** jusqu'à la cote 117 m NGG, par rehaussement de 8 m des digues actuelles D1 et D3 et création de deux nouvelles digues de 7 m de hauteur : **D3bis** en limite Nord-Est du bassin 4 et **D4** en amont de l'actuelle digue D2. Ceci confèrera une capacité de stockage pour la première phase d'exploitation, soit **310 000 m³** environ sur une emprise de **6,2 ha**. L'évolution des bassins de rejets actuels pour les cinq premières années d'exploitation est analysée dans le rapport d'étude géotechnique fourni en *Annexe 2* et illustré en (*Figure 7 et Figure 8)*.

Pour la suite de l'exploitation, **quatre nouvelles digues D5, D6, D7 et D8** seront créées dans le vallon à l'Ouest des bassins actuels pour permettre à stockage des résidus jusqu'à la cote 120 m NGG, sur une surface supplémentaire de **11,4 ha** et une capacité de stockage de **785 000 m³**. Cette évolution est illustrée dans les plans en *Figure 9 et Figure 10*.

Le tableau suivant donne les Principales caractéristiques des digues délimitant le bassin de rejets gravimétriques.

Tableau 5 : Principales caractéristiques des digues délimitant le bassin de rejets gravimétriques

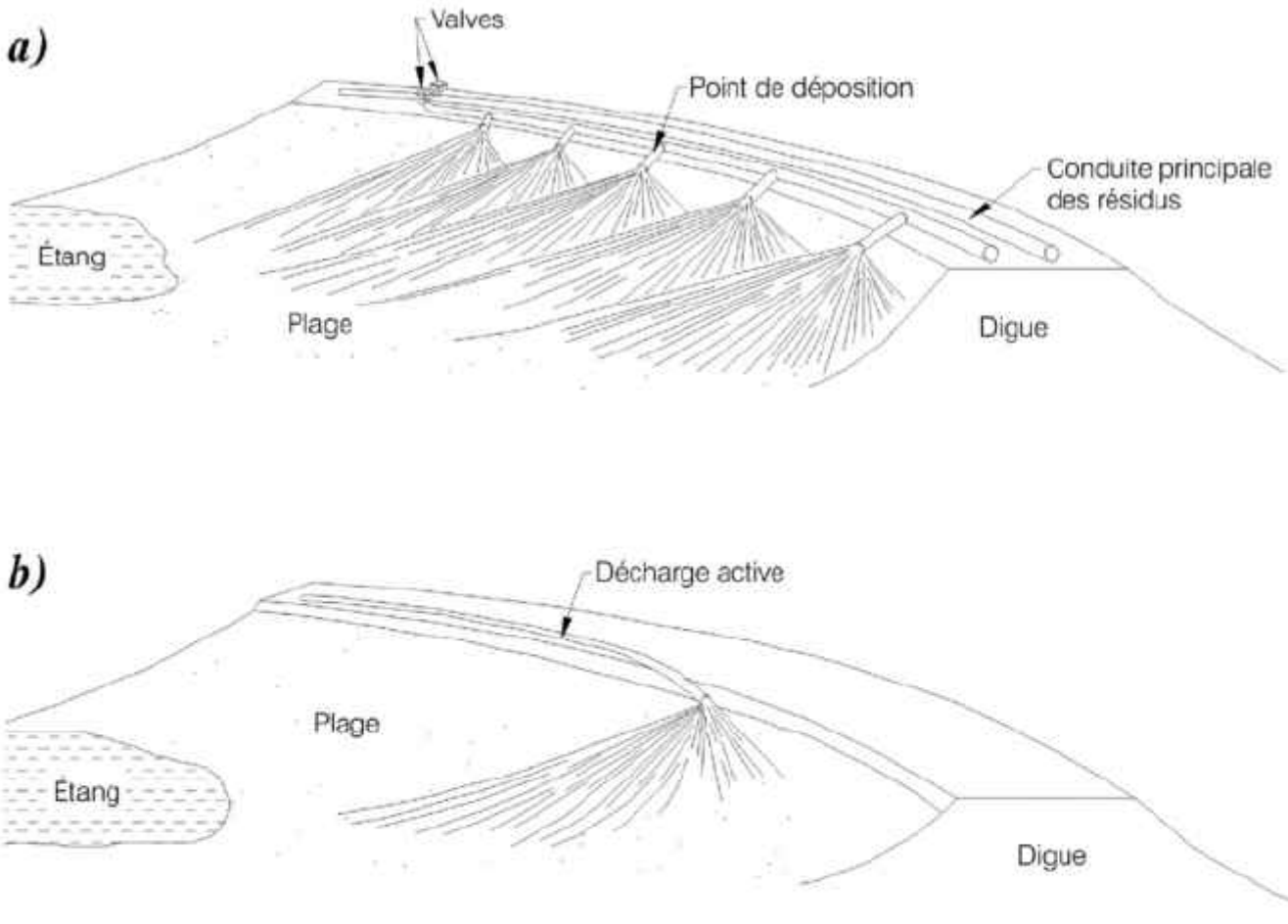
Digue	Longueur (m)	Hauteur maximale (m)	Côte maximale de remblai (m NGG)	Revanche au-dessus du plus haut niveau des rejets	Capacité de stockage (m³)
D1	103	10	117	2 m	310 000
D3	99	11	117	2 m	
D3bis	95	9	117	2 m	
D4	101	9	117 (aval)	2 m	
			121 (amont)		795 000
D5	102	12	121	2 m	
D6	104	11	121	2 m	
D7	127	15	121	2 m	
D8	95	15	121	2 m	

Les rejets en sortie de l'usine de traitement gravimétrique seront directement acheminés et **déversés en partie amont de l'installation de stockage** en cours de remplissage, soit depuis le tracé de la digue à monter (*Cf. Figure 6*). Par sédimentation, les fines se déposent dans la zone la plus aval de l'ouvrage. Cette disposition permet d'épauler la digue, par consolidation et compaction des fines qui présenteront ainsi une très faible perméabilité (proche de 10^{-9} m/s).

Au cours de la phase 1, le dépôt des rejets se fera depuis les digues D1 et D3pour permettre leur décantation vers l'aval et la digue D3bis qui retiendront les eaux de décantation qui seront retournées, gravitairement par un canal de retour, vers la **fosse F9**, qui aura été exploitée en début de phase 1 et qui servira de **bassin d'eau claire pour les eaux de procédé** *(Figure 7 et Figure 8)***.**

Pour les phases suivantes, des conduites de rejets seront amenées vers les digues D4, D5 et D6 pour déverser gravitairement les rejets contre ces digues et permettre leur décantation vers l'aval et les digues D7 et D8 qui retiendront les eaux de décantation qui seront retournées par pompage vers la **fosse F9** *(Cf. Figure 9 et Figure 10)*. Si besoin des pompes de relevage seront installées pour pousser les rejets.

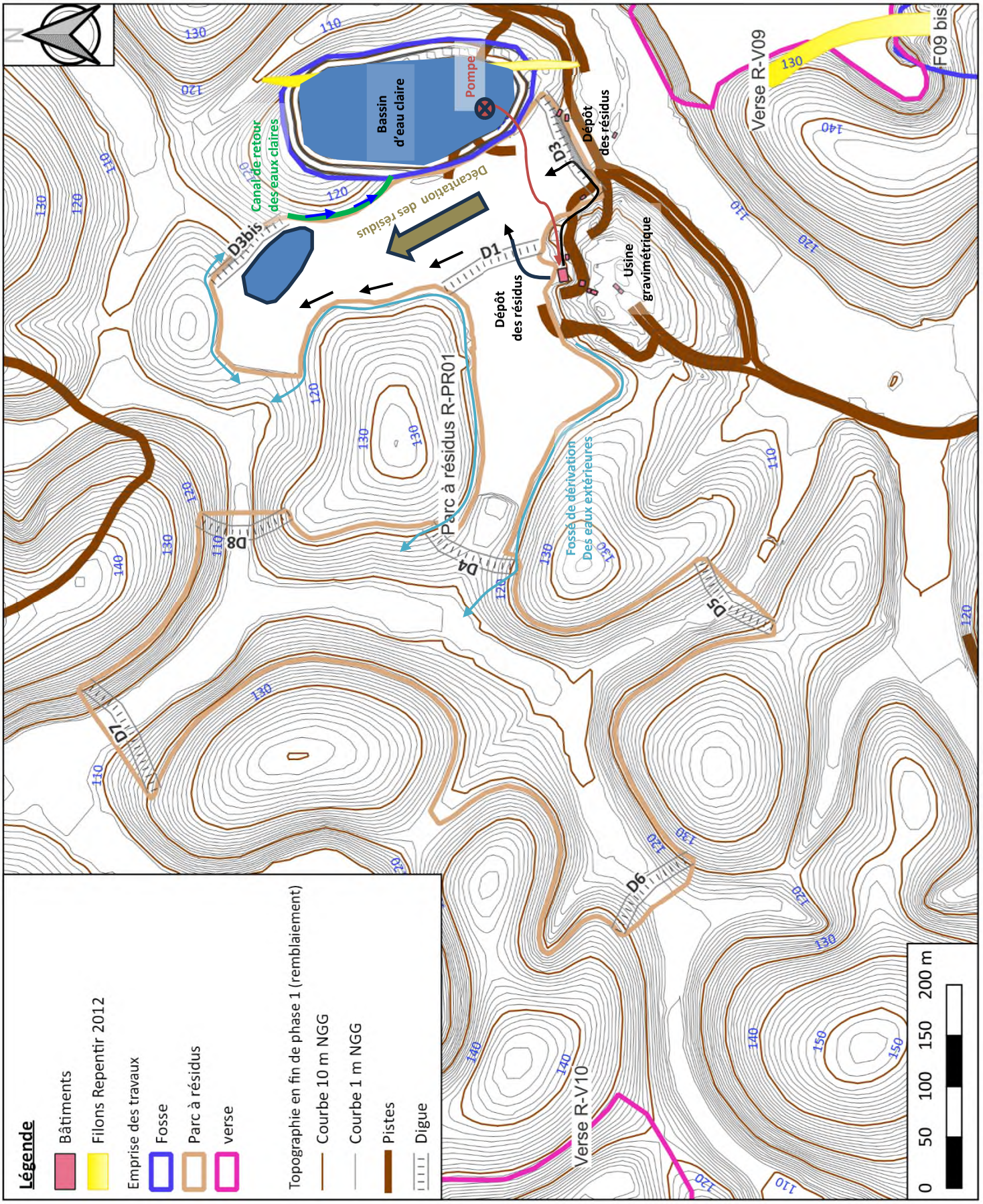
Les digues seront élevées par phase successive de manière coordonnée à l'avancée du remblaiement des fosses (*Cf. § 4.1.1*).



(a) Dépôt linéaire (spigotting) : dépôt des résidus à partir d'une conduite parallèle raccordée à la conduite de résidus principale.
La conduite parallèle est munie de plusieurs points de dépôt.
Cette méthode de dépôt produit des plages quasi-linéaires, parallèles à la conduite de dépôt.

(b) Point de dépôt unique : déchargement de tout le débit de résidus directement à partir de la conduite de dépôt principale.


Canal de dérivation des eaux de la crique
Crique Poto
Station de pompage
Bassin n°4
Digue n°1 à surélever
Bassin n°2
Bassin n°1
Usine gravimétrique
Canal de retour des eaux à décaler dans le versant
Digue n°2 à remplacer par une levée de terre
Canal de retour des eaux à remblayer
Bassin n°3
Aire de stockage hors d'eau des résidus grossiers
Digue n°4 à créer
PLAN D'ENSEMBLE DES TRAVAUX DE SURELEVATION DU PARC A RESIDUS



UMS – Mine d'or de Repentir – Concession n°01/1909 ou 82 – Saül (973)

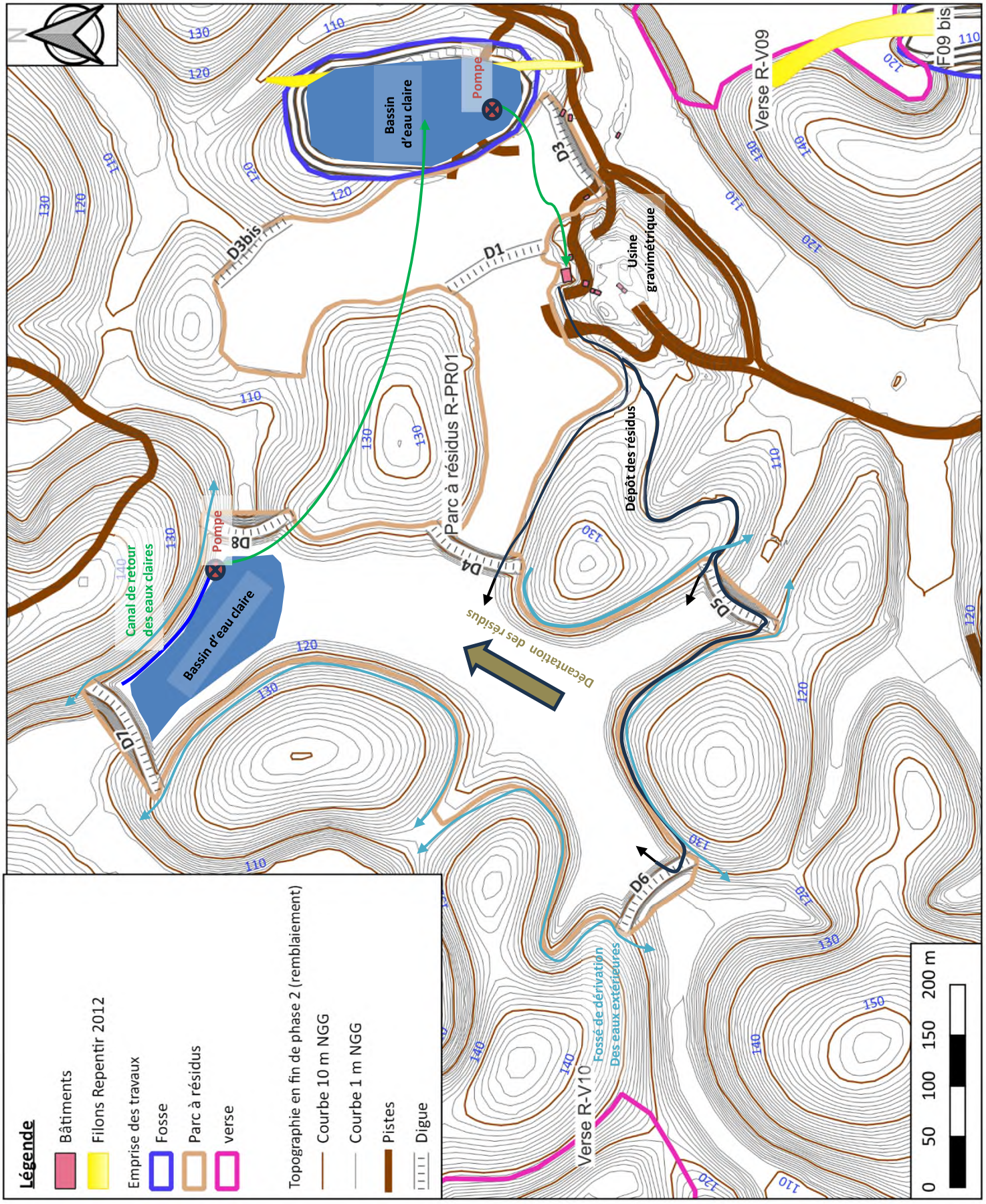
Demande d'Autorisation Environnementale

Tome 2bis : Plan de Gestion des Déchets issus de l'industrie extractive

Plan d'ensemble du stockage des rejets gravimétriques et gestion des eaux en fin de phase 1

Source : UMS, ABO-GEO+

Figure 8



UMS – Mine d'or de Repentir – Concession n°01/1909 ou 82 – Saül (973)

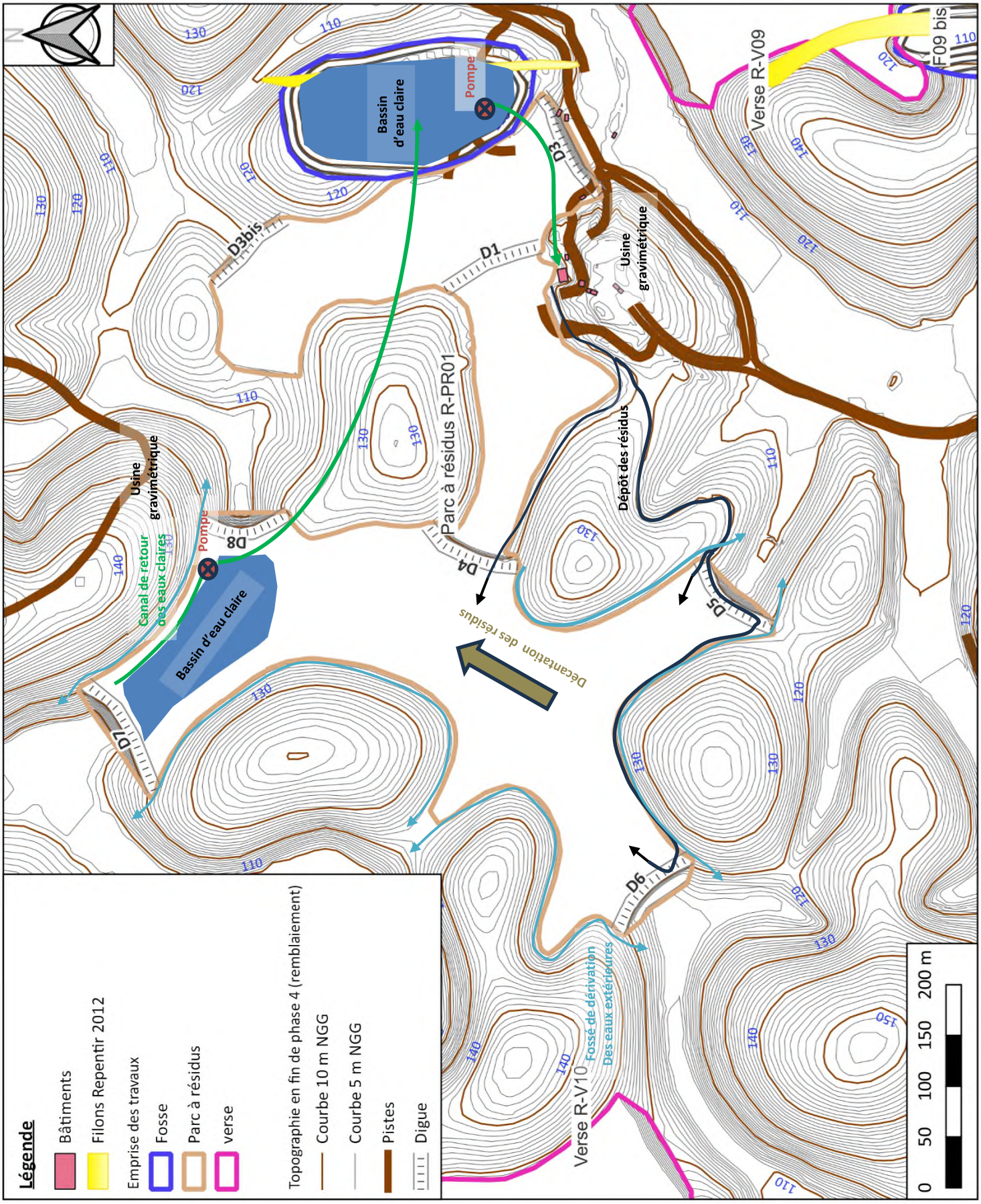
Demande d'Autorisation Environnementale

Tome 2bis : Plan de Gestion des Déchets issus de l'industrie extractive

Plan d'ensemble du stockage des rejets gravimétriques et gestion des eaux en fin de phase 2

Source : UMS, ABO-GEO+

Figure 9



UMS – Mine d'or de Repentir – Concession n°01/1909 ou 82 – Saül (973)

Demande d'Autorisation Environnementale

Tome 2bis : Plan de Gestion des Déchets issus de l'industrie extractive

Plan d'ensemble du stockage des rejets gravimétriques et gestion des eaux en fin de phase 4

Source : UMS, ABO-GEO+

Figure 10

4. GESTION ENVIRONNEMENTALE DES STERILES ET RESIDUS MINIERS

4.1. GESTION GEOTECHNIQUE

4.1.1. Verses à stériles

4.1.1.1. Préconisation et stabilité

Les stériles d'extraction seront, autant que possible (tranche superficielles composée d'argiles graveleuses latéritiques), valorisés pour la couverture de surface des pistes et voies de circulation.

Ils seront chargés par pelle hydraulique et amenés aux zones de stockage (verses à stériles) par tombereaux. Les dépôts se feront par plates-formes successives. Au préalable, **la surface de dépôt sera aménagée en redans** afin de collecter les éventuelles eaux souterraines et infiltrations : des **gradins** seront creusés sur les pentes : **4 m de dénivelé, 70° de pente de talus**.

La pente générale étant conservée, la largeur des bancs dépendra de la topographie originelle. Les bancs des gradins seront conçus avec une pente de 1,5° vers l'intérieur du talus et 1,5° vers l'aval. Chaque pied de gradins sera équipé d'un **drain** constitué par un tuyau de PVC crépiné ou par des cailloux de 20/40mm dans une chaussette de textile.

Sur cette surface aménagée en redans, les stériles seront déposés en couches successives de 4 m de hauteur, pour former une nouvelle surface topographique ayant une **pente intégratrice de 30°**. Les stériles seront compactés au fur et à mesure de leur dépôt pour diminuer la percolation d'eau de ruissellement et éviter ainsi que la verse ne se gorge d'eau.

Un dispositif de drainage des eaux de ruissellement sera mis en place afin d'empêcher tout apport d'eau pluviale venant de l'extérieur.

Ces eaux seront dirigées vers le réseau de drains naturels.

Un deuxième réseau interne à la verse permettra de canaliser les eaux ruisselant sur le dépôt de stériles et potentiellement chargées en matières en suspension. Chaque banquette de stériles sera équipée de drains permettant de canaliser ces eaux. Les eaux seront ensuite dirigées vers les bassins de rétention.

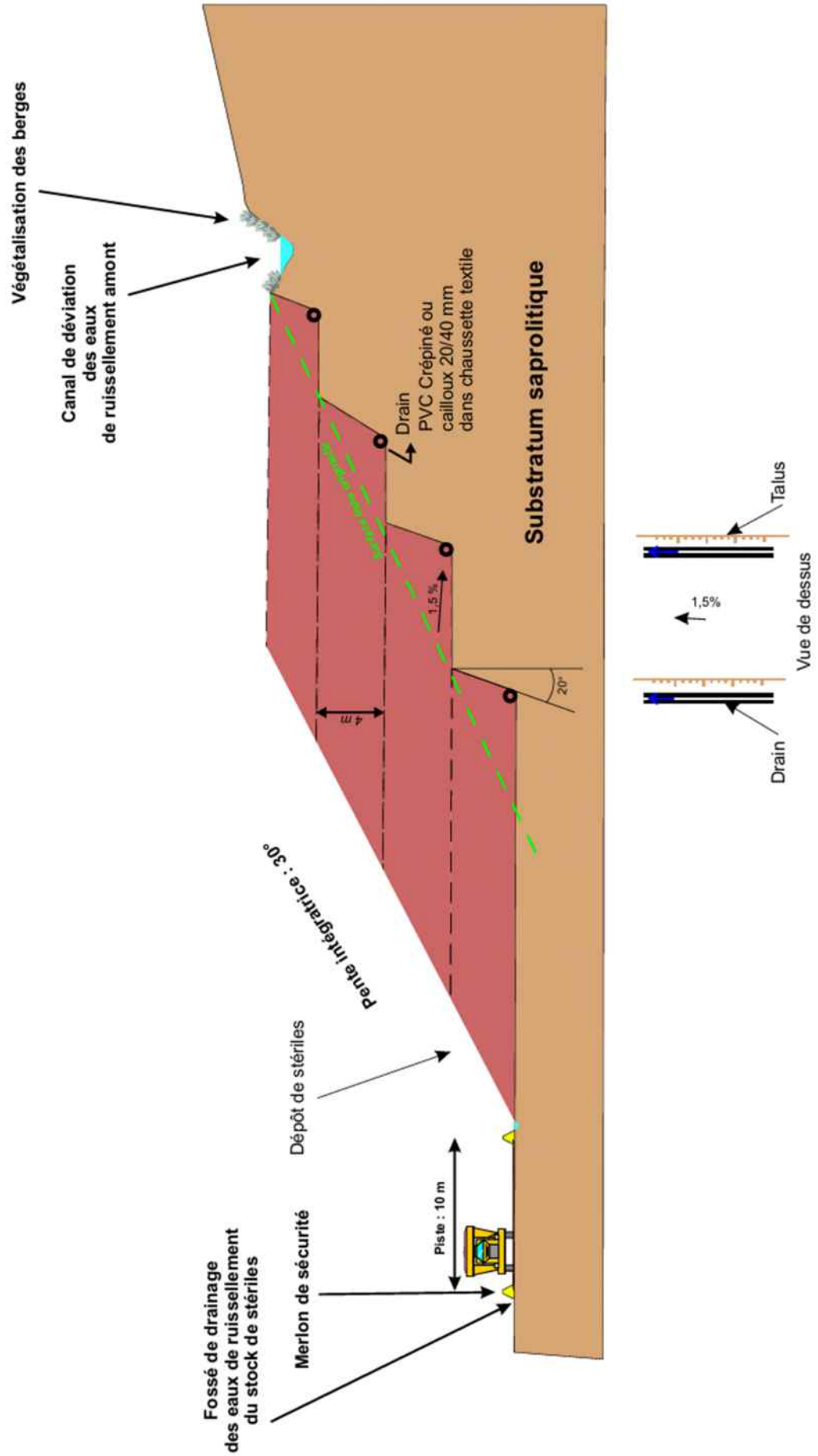
Les eaux circulant à la base du dépôt seront également canalisées afin d'éviter toute loupe de glissement.

La configuration des futures verses à stériles est indiquée en *Figure 11*.

Une surveillance régulière de l'état de stabilité des verses sera réalisée par un géotechnicien.

Les désordres affectant les verses à stériles sont le plus souvent liés au ruissellement des eaux pluviales : formation de micro-canyons, imbibition des matériaux par les eaux de surface, érosion de pied par la circulation des eaux. **La stabilité et la pérennité dans le temps des verses à stérile seront ainsi assurées par toutes les mesures de gestion des eaux de ruissellement** présentées dans le *§ 4.3.3*.

Les eaux de ruissellement amont seront déviées, et circuleront en dehors des zones de stockage, afin d'éviter tout risque d'effondrement (par érosion hydrique), ou de charge des eaux en Matières En Suspension (MES).


Végétalisation des berges
Canal de déviation des eaux de ruissellement amont
Drain PVC Crépiné ou cailloux 20/40 mm dans chaussette textile
Substratum saprolitique
Talus
1,5%
Vue de dessus
Drain
1,5 %
20°
4 m
Pente intégrale : 30°
Dépôt de stériles
Piste : 10 m
Merlon de sécurité
Fossé de drainage des eaux de ruissellement du stock de stériles

4.1.1.2. Analyse des risques d'instabilité

Le respect de préconisation ci-dessus dans la conception et l'exploitation des verses à stériles permettra d'éviter tout risque d'instabilité (affaissement, loupe de glissement…).

De plus, les verses à stériles feront l'objet d'un suivi géotechnique intégré au suivi annuel de la stabilité des remblais, pistes et fosses qui sera assuré par une inspection visuelle, un suivi topographique précis sur des points fixes solidaires des ouvrages (en crête).

Dans tous les cas, si les ouvrages venaient à présenter d'importants indices d'instabilité, ils seraient renforcés par des apports de latérite et/ou de saprolite remaniée et compactée.

Enfin, les verses de stériles seront talutées et réaménagées de manière coordonnée à leur avancement de façon à limiter les phénomènes d'érosion et assurer leur stabilité à long terme.

Aucune vie humaine ne sera menacée en cas d'instabilité des verses à stériles. Les conséquences se limiteraient à un éventuel déversement d'eau chargées en matières en suspension dans le réseau hydrographique en aval. Tout risque de pollution chimique reste toutefois à exclure du fait du caractère inerte des matériaux (stériles non acidogène).

Grâce à toutes les précautions prises lors de la conception des verses à stériles et au suivi régulier de leur stabilité, **le risque de perte d'intégrité physique des verses à stériles peut être considéré comme très improbable**.

Les conséquences d'une perte d'intégrité des stockages associés seraient très faibles et circonscrites au site.

4.1.2. Bassins de rejets gravimétriques (ou parcs à résidus)

4.1.2.1. Préconisations géotechniques pour la construction des digues des bassins rejets gravimétriques

Les digues des bassins seront conçues de manière à garantir la stabilité générale de l'ouvrage, c'est-à-dire éviter les conditions hydro-géotechnique d'un glissement d'ensemble ou localisé des digues des bassins qui conduirait à une reprise partielle mais rapide des fines stockées, sédimentées et partiellement indurées par les eaux superficielles (ce qui engendrerait un risque de pollution des cours d'eau en matières en suspension et conduirait à une perte considérable de ressources pour l'exploitant, compte tenu de la teneur en or des rejets).

Les préconisations présentées ci-dessous résultent de l'étude menée par le bureau d'études Mines&Avenir (ex-THETYS) en 2012, concernant les *principes de construction, gestion et surveillance des ouvrages de retenue des eaux et des résidus des sites miniers primaires en Guyane française*. Ces préconisations sont reprises dans le *rapport BRGM/RP-61065-F d'avril 2012, Digues de barranques et de lagunes d'exploitations minières en Guyane : Guide de bonnes pratiques*.

4.1.2.1.1. Eléments généraux

Une des contraintes du site, habituelle en Guyane, réside dans le choix particulièrement étroit pour la disponibilité des matériaux qui entrent dans la construction des ouvrages, en particulier des matériaux graveleux et a fortiori des matériaux calibrés, avec l'absence de possibilité d'importer des matériaux de carrière sur le site.

Les matériaux disponibles sur le site sont :

- **Colluvions et saprolites superficielles faiblement ferralitisées** de classe GTR A1 : matériaux à utiliser pour la **construction des digues étanches**. Ils sont présents sur des épaisseurs de 2,5 m à 3 m en moyenne au sommet des reliefs ;
- **Matériaux graveleux** (latérite, quartz ou saprock stériles). Ils seront utilisés pour la réalisation des **ouvrages drainants** (fossés-drains, semelles drainantes, etc..) et pour les **corps de digue perméables**.

Le **corps des digues de rétention** de rejets gravimétriques sera ainsi réalisé avec des **colluvions et saprolites superficielles ferralitisées** issues des stériles d'extraction des fosses. Si besoin, la semelle drainante de l'ouvrage sera conçue avec des matériaux de type graveleux (*Cf. Figure 12).*

4.1.2.1.2. Fondations et ancrage latéral

La fondation de la digue devra être réalisée avec la plus grande attention. Une expertise géotechnique complémentaire pourra être réalisée préalablement au démarrage des travaux pour déterminer l'emplacement le plus approprié pour mettre en place cette digue et émettre les recommandations techniques. Un suivi géotechnique devra être mis en place au démarrage de l'ouvrage pour assurer la stabilité à long terme de la digue.

Sur la base des préconisations faites dans les premières études géotechniques réalisées sur le site de Repentir, les préconisations suivantes devront être suivies :

- Le terrain d'accueil des futures digues devra être **intégralement purgé** des formations superficielles médiocre (vases, limons, remblais anciens) ou trop perméables (alluvions lavées en fond de crique), et des éventuels végétaux jusqu'à rencontrer le substratum saprolitique ;
- Le corps de digue sera encastré dans le substratum par le biais d'une clé d'étanchéité sous la digue sous forme d'une tranchée, réalisée en sous face de la digue, ancrée dans le sol imperméable en place avec comblement d'argile compactée (profondeur de 1 m et largeur du compacteur). Ces réalisations devront faire l'objet d'un contrôle géotechnique d'exécution (mission G4) afin de s'assurer de leur bonne réalisation et/ou éventuellement d'adapter les ouvrages aux particularités rencontrées sur le terrain.

La digue devra être ancrée à 1,5 m dans la formation saprolitique par la mise en place d'une tranchée d'1,5 m environ de largeur (ou largeur compacteur) creusée dans le terrain en place et remplie de matériaux argileux compactés supprimant le risque de fuite par contournement latéral.

4.1.2.1.3. Semelle drainante

La mise en place d'une semelle drainante en matériaux perméables en sous face des remblais sera nécessaire pour garantir l'absence de saturation en eau du corps de digue à construire et maintenir sèche et stable la partie aval du corps de digue assurant un rôle de poids.

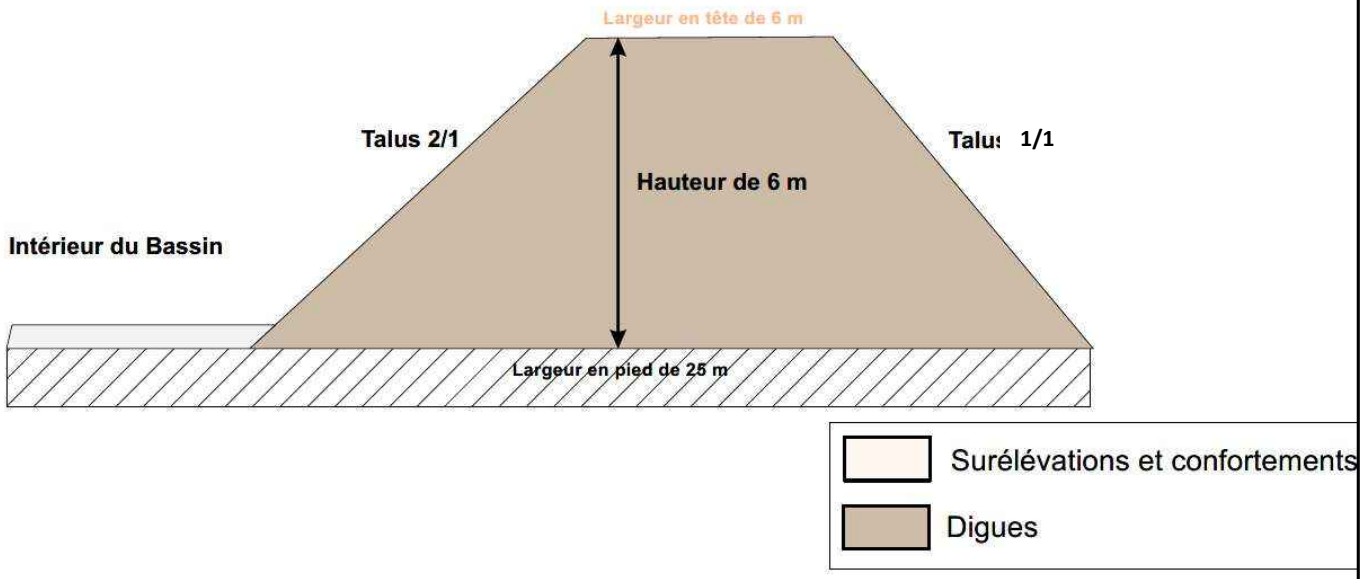
4.1.2.1.4. Mise en œuvre des matériaux en remblais

La **construction de la digue étanche** avec les colluvions et saprolites légèrement ferralitisées **devra être contemporaine à la mise en remblai des rejets gravimétriques** pour limiter l'altération liée aux agents météoriques (**pas de stock intermédiaire**).

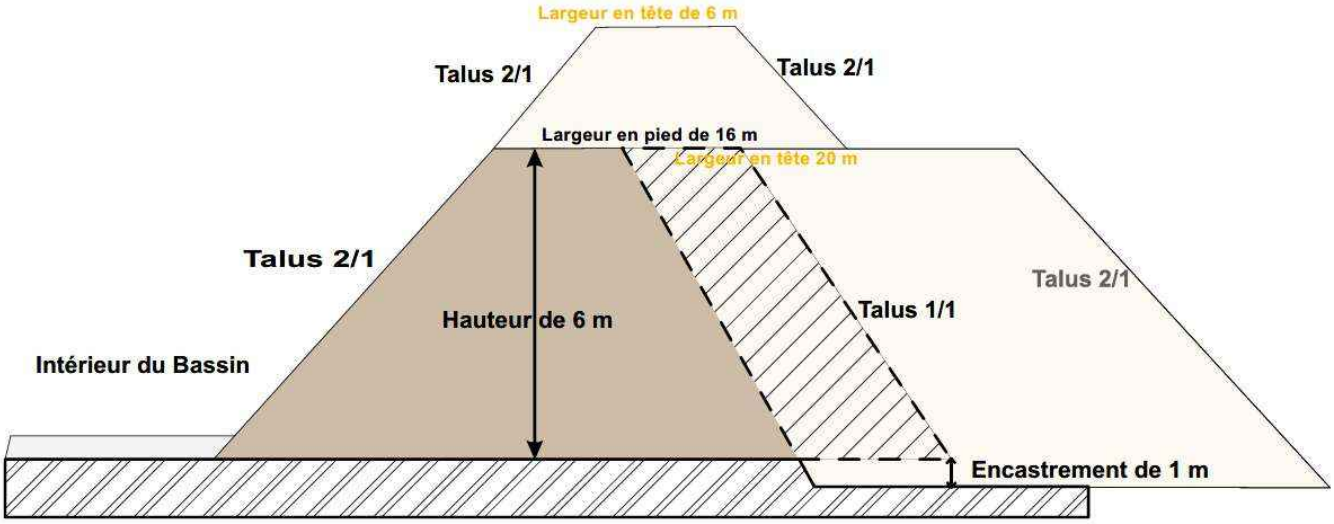
En fin de journée ou lors d'épisodes pluvieux, les chantiers seront compactés pour favoriser le ruissellement des eaux météoriques et de limiter les infiltrations.

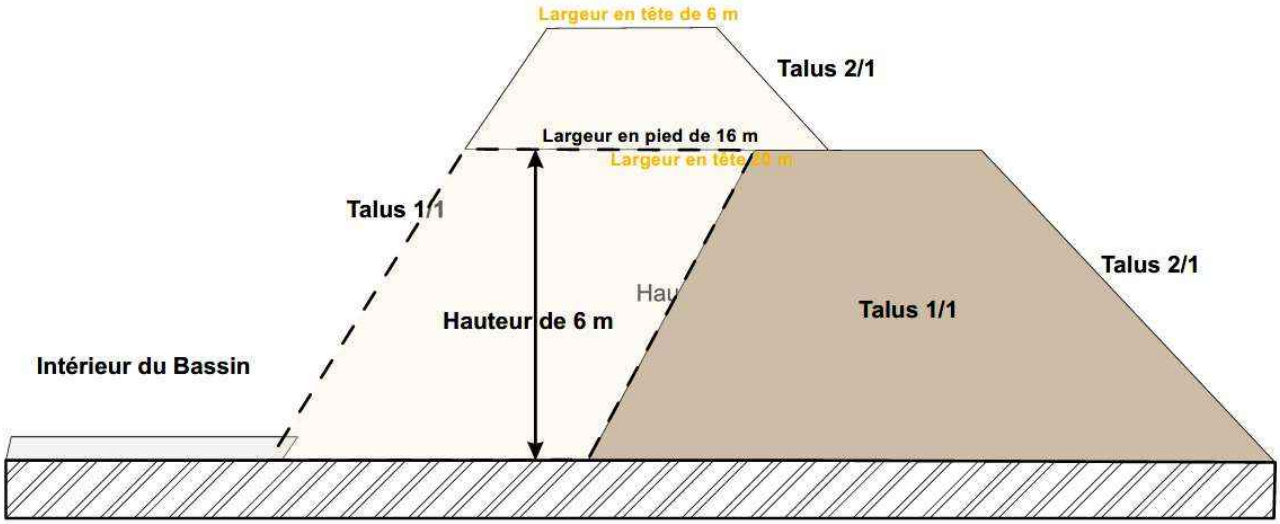
Post-construction, ces digues feront l'objet d'un suivi périodique, tant en période d'activité du site (suivi mensuel piézométrique et suivi de la pente des digues) que lors du suivi post-fermeture.

Exemple de préconisations pour la création de digues



Exemples de préconisations pour le confortement ou la surelevation de digues existantes





4.1.2.2. Protection des digues contre l'érosion

Les talus issus de la construction des digues vont représenter des surfaces très sensibles à l'érosion par les eaux pluviales ou par la circulation des eaux dans le bassin.

Du fait de la forte sensibilité à l'érosion des matériaux de remblais et du climat équatorial, les principes généraux suivants peuvent être retenus :

- Favoriser une dispersion maximale des eaux sur les surfaces de talus afin d'éviter les concentrations des forces en un point et la fragilisation du système ;
- Uniformiser le sommet des digues afin d'homogénéiser les pentes déversantes des surfaces de collecte et éviter la création de micro-canyons d'érosion ;
- Homogénéiser les surfaces sur l'ensemble des systèmes, des têtes de digue vers l'aval des bassins, afin de fluidifier le ruissellement et éviter toute création d'obstacles ;
- Favoriser la revégétalisation des talus définitifs ou provisoires de digues évolutifs pour contrer les problèmes d'érosion active ;
- Les zones soumises à l'érosion pluviale pourront aussi bénéficier d'une couverture superficielle de matériaux graveleux, latéritique, stimulant par là même la mise en place d'un système végétal spontané des talus et crêtes de digues ;
- Création de fossés de colature de part et d'autre des digues permettra une circulation maitrisée des eaux de ruissellement et ainsi d'éviter que le ruissellement des eaux superficielles des verses et fosses ne se déverse sur les digues.

4.1.2.3. Evaluation du niveau de risque de perte d'intégrité physique des installations de stockage

Une installation de gestion de déchets est classée dans la catégorie A, au sens de l'Arrêté du 19 Avril 2010, si les effets, à court ou à long terme, d'une défaillance due à une **perte d'intégrité structurelle** ou des **défaillances de fonctionnement ou d'exploitation** d'une installation de gestion de déchets peuvent entraîner des conséquences graves sur les personnes physiques et/ou des dommages graves sur la santé humaine et l'environnement.

Le cycle de vie complet de l'installation, y compris la phase de suivi après fermeture des installations de stockage, est pris en compte lors de l'évaluation des risques que présente l'installation.

On entend par **« intégrité structurelle »** d'une installation de gestion de déchets la capacité de cette installation à contenir les déchets à l'intérieur de ses limites suivant les modalités prévues lors de sa conception. La perte d'intégrité structurelle couvre tous les mécanismes de défaillance susceptibles de toucher la structure de l'installation de gestion de déchets concernée. L'évaluation des conséquences de la perte d'intégrité structurelle comprend l'incidence immédiate de tout transport de matériau hors de l'installation du fait de la défaillance et les effets qui en résultent à court et long terme.

On entend par **« défaillances de fonctionnement ou d'exploitation »** de l'installation de gestion de déchets, les modes d'exploitation ou de fonctionnement susceptibles de donner lieu à un accident majeur, y compris le mauvais fonctionnement des mesures de prévention ou de protection de l'environnement et une conception défectueuse ou insuffisante de l'installation.

Le classement en catégorie A s'apprécie au regard de trois critères :

1) Le niveau de risque de perte d'intégrité des installations de stockage ;
2) La quantité de déchets dangereux présente dans les stockages ;
3) La quantité de substances et préparations dangereuses présente dans les bassins de résidus.

4.1.2.3.1. Evaluation du risque

Facteur à prendre en compte	Positionnement du projet	
La taille et les caractéristiques de l'installation, notamment sa conception	Cf. § 3.3.2 et *Figure 12* *Une expertise géotechnique complémentaire permettra de préciser les premières recommandations édictées. Le bon déroulement de la construction des ouvrages et la prises en compte des recommandations de l'étude géotechnique, seront assurés par le* ***suivi des travaux par un géotechnicien****.*	
La quantité et la nature des déchets traités dans l'installation, notamment leurs propriétés physiques et chimiques	Quantités de rejets gravimétriques	1 095 000 m^3 au total
	Densité des rejets	1,4 (traitement sur l'usine gravimétrique)
	Les rejets gravimétriques peuvent être considérés comme inertes et non dangereux (pas de libération de métaux susceptible de polluer les eaux superficielles et rejets non générateurs d'acidité) Les rejets seront très peu mobiles et ne s'épancheront pas loin et à très faible vitesse en cas de rupture de digue. Ils seront également très faiblement susceptibles à la liquéfaction.	
La topographie du site de l'installation, notamment les éléments d'étanchéité	Topographie en fond de vallon, dans le prolongement des bassins de rejets. Les bassins de rejets seront délimités par 6 digues étanches de hauteur limitée (15 m maximum). Le fond du bassin ne sera pas particulièrement étanchéifié puisque ces rejets ne présentent pas de risque environnemental (en dehors des matières en suspension) et que la décantation des eaux contenues dans les résidus s'effectuera depuis la tranche superficielle des rejets vers l'aval du stockage.	
Le temps nécessaire à une onde de crue potentielle pour atteindre les zones où se trouvent des personnes	Les eaux stockées par les digues étanches n'atteindront aucune zone où se trouvent des personnes en cas de rupture d'une digue. Les anciennes zones d'exploitation alluvionnaire situées directement à l'aval joueront un rôle de rétention de secours pour ces déversements. Les rejets, par leur faible humidité résiduelle (décantation préalable des matériaux entrants) ne s'épancheront pas sur de grandes distances (300 m maximum) et n'atteindront pas des zones où se trouvent des personnes	

Grâce à toutes les précautions prises lors de la conception des ouvrages de stockage des rejets gravimétriques et au suivi du chantier de confortement des digues par un géotechnicien, **le risque de perte d'intégrité physique des installations de stockage des rejets gravimétrique peut être considéré comme très improbable**.

4.1.2.3.2. Analyse des conséquences

Facteur à prendre en compte	Positionnement du projet
Risque de perte de vies humaines ou danger pour la santé humaine	**Risque négligeable** : aucune personne autre que le personnel travaillant dans l'installation, n'est présente de manière permanente ou pendant de longues périodes dans la zone des effets irréversibles
Danger potentiel pour l'environnement	**Danger potentiel négligeable** : a) Les rejets gravimétriques ne sont pas acidogènes et ne sont pas susceptibles de libérer des métaux par lixiviation mais leur déversement pourrait toutefois augmenter la charge de matière en suspension sur les cours d'eaux situés en aval b) En cas de rupture de la digue de retenue des rejets, ces derniers, du fait de leur faible teneur en eau auraient une très faible mobilité. La zone impactée serait limitée aux environs immédiats et le nettoyage pourrait être assuré rapidement (reprise à la pelle mécanique des rejets).

Les conséquences d'une perte d'intégrité des stockages associés seraient très faibles et circonscrites au site.

Ainsi, au regard des critères de l'annexe VII de l'Arrêté du 19 Avril 2010, **les bassins de rejets gravimétriques actuels et à venir de Repentir ne sont pas classés dans la catégorie A** :

- Niveau de risque de perte d'intégrité : risque improbable voire très improbable, conséquences faibles à modérées sur la santé humaine et l'environnement ;
- Déchets non inertes ;
- Aucune substance ou préparation dangereuse.

4.2. GESTION DES EAUX SOUTERRAINES

4.2.1. Hypothèse de fonctionnement hydrogéologique du secteur de Repentir

4.2.1.1. Aquifères superficiels ou « semi-profonds »

4.2.1.1.1. Cuirasses latéritiques

L'argile tachetée, puissante de quelques mètres, se développe aux dépends de la saprolite sous-jacente au sein de la zone non saturée sous les effets conjugués des circulations d'eau verticales et de l'activité biologique. Cette dernière favorise de façon prépondérante l'infiltration profonde des eaux météoriques sur les zones de replat.

Les horizons cuirassés se situent au-dessus des argiles tachetées. Sur Repentir, ils ne se présentent plus souvent sous leur aspect massif et macroporeux, mais sous forme remaniée, gravillonnaire, dans une matrice limono-argileuse, et présence de blocs résiduels. Ils drainent rapidement les eaux. Le fort contraste de perméabilité entre les argiles tachetées et ces cuirasses résiduelles permet la constitution de **nappes perchées**, en saison des pluies au moins. Les écoulements prennent alors une composante horizontale dominante pour constituer des **zones d'émergences**, le plus souvent diffuses, à la faveur de la topographie. Ces **sources** sont souvent caractérisées par de **faibles débits** (<1 m^3/h) dont la variabilité est forte dans le temps (tarissement en saison sèche). Son fonctionnement hydrodynamique est à rapprocher de celui d'un karst en terrain sédimentaire.

Les cuirasses latéritiques sont aquifères et abritent une nappe perchée non pérenne. Elles ne pourraient donc pas répondre aux critères requis pour une mise en exploitation des eaux souterraines.

4.2.1.1.2. Altérites et saprolite

Ces formations ont d'importantes capacités de rétention. Sur les pentes des versants, ces formations, largement érodées, restituent le plus souvent leur nappe aux eaux superficielles à la faveur de la topographie ou d'axes d'écoulement privilégiés (zones filoniennes altérées, niveaux sableux…). Cette restitution est étroitement liée à la nature originelle de la roche mère. Il s'agit en fait d'un écoulement souterrain sub-affleurant. Sur le secteur d'étude, la puissance de saprolite est variable (30 m à 50 m en moyenne). Elle se caractérise par une altération isovolumétrique de la roche mère avec destruction de la plupart des minéraux primaires à l'exception du quartz et des minéraux lourds. Si l'altération du quartz saccharoïde en niveaux sableux peut constituer des axes d'écoulement préférentiels (granites, intrusifs felsiques), les formations à dominante argileuse, au sommet de la saprolite, limitent fortement l'infiltration dans les niveaux inférieurs, notamment lorsqu'elles se placent sur les versants abrupts (volcanites mafiques). On considère généralement que la limite entre la zone saturée et non saturée se situe au toit de la saprolite.

Les altérites et la saprolite, bien que jouant un rôle capacitif pour les formations transmissives sous-jacentes et de collecteur des eaux de la nappe superficielle, peuvent être considérées comme faiblement aquifères (perméabilité globale de 10^{-5} à 10^{-6} m/s).

4.2.1.1.3. Flats et formations alluviales

Les bas-fonds sont comblés par des formations alluviales saturées en eau et à plus ou moins forte teneur en matière organique. Ces flats, le plus souvent à tendance marécageuse, sont largement représentés au niveau de la Crique Saint Léon et de la Mana. Leur épaisseur est limitée (3 à 4 m en général) et leur nature est à dominante argilo-sableuse. La percolation des eaux y est lente favorisant ainsi une infiltration plus profonde dans les terrains sous-jacents perméables. Dans les plus grandes criques, on trouve à leur base un niveau graveleux peu épais (<0,5 m) leur donnant un caractère plus aquifère.

Le rôle des flats alluviaux dans le fonctionnement hydrogéologique du secteur est double :

- **Ils drainent les eaux issues des altérites à la faveur d'un replat topographique ;**
- **Par leur capacité de rétention, ils favorisent les infiltrations dans les formations perméables sous-jacentes.**

Néanmoins, l'exploitation des eaux souterraines qu'ils contiennent paraît difficilement envisageable en raison des faibles quantités encore disponibles, de la vulnérabilité des eaux aux pollutions, mais aussi et surtout car la plupart des flats du secteur de Repentir ont été impactés par l'orpaillage.

4.2.1.2. Aquifères potentiels « profonds »

La majorité des roches saines en profondeur sont massives et sans porosité primaire. Leur caractère potentiellement aquifère est essentiellement lié à l'existence de discontinuités comme des failles, et jouant le rôle de drains d'écoulement profond. Aucune donnée hydrogéologique (piézométrie, caractéristiques hydrodynamiques, hydrochimie…) n'est disponible sur le secteur de Repentir.

Cependant, les différents programmes de recherche réalisés sur des formations équivalentes, permettent les observations suivantes :

- La fracturation se développant difficilement dans le **substratum de la série Paramaca**, ce dernier **est considéré comme faiblement aquifère**. Son alimentation est essentiellement liée à l'existence d'une zone d'infiltration profonde privilégiée au droit d'un intense réseau de fractures interconnectées. Le sens d'écoulement de la nappe n'est pas connu. Cependant, il est probable qu'il soit conforme à la topographie.
- **Les granites guyanais** constituent les **principaux aquifères continus du secteur d'étude**. La fracturation qui s'y développe particulièrement leur confère des transmissivités susceptibles d'être élevées (de l'ordre de 10^{-3} m^2/s). Les zones de contact avec la série du Paramaca, le plus souvent broyées, ont un rôle de collecteur des eaux souterraines. Le sens d'écoulement n'est pas connu et la nappe profonde qu'ils contiennent est vraisemblablement drainée par les rivières entaillant ces formations.
- **Les autres intrusifs (felsiques, diorites) potentiels sont aquifères et jouent le rôle de collecteurs des eaux souterraines** vis-à-vis d'un encaissant moins perméable. Ponctuellement, le contact entre deux intrusifs peut être broyé, favorisant la circulation d'eaux souterraines. Dans ce cas, des productivités élevées sont envisageables.

4.2.1. Effets des installations de stockage

Les verses à stériles et bassins de rejets sont implantés dans des fonds de vallons. Les stériles et rejets gravimétriques viendront partiellement combler ces vallées, en remplacement des matériaux alluvionnaires et colluvionnaires initialement présents, ce qui aura pour conséquence la **diminution de la transmissivité et de la perméabilité d'anciennes zones aquifères de très faible importance et déjà en grande partie impactée par l'exploitation alluvionnaire**. Les verses et bassins de rejet constitueront donc un obstacle localisé à l'écoulement des eaux souterraines qui, préférentiellement, contourneront ces zones de remblaiement, ce qui aura pour conséquence une élévation de la piézométrie dans les terrains alentours.

L'impact brut des installations de stockage sur les écoulements souterrains sera donc moyen, très localisé et à relativiser au regard de la faible importance et de la qualité médiocre des aquifères impactés (nappe alluviale affleurante dans d'anciennes barranques).

4.3. GESTION DES EAUX SUPERFICIELLES

Les eaux météoriques ruisselant sur les fosses d'extraction, les zones décapées et les verses à stériles, seront **drainées par des fossés de collecte**. Ces fossés aboutiront à des bassins de décantation avant rejet des eaux vers le milieu naturel. Les eaux extérieures seront canalisées par des fossés périphériques avant rejet vers le milieu naturel.

4.3.1. Contexte hydraulique et hydrologique

Le secteur de l'exploitation de Repentir est situé dans le vaste bassin versant de Mana.

Longue de 462 km, la Mana est un fleuve qui prend sa source dans la montagne Bellevue de l'Inini au pied du mont Galbao au Nord-Ouest du bourg de Saül, à environ 300 m d'altitude.

Le bassin de la Mana est en très grande partie naturel et boisé. Le bourg principal de la commune de Mana est situé à 11 km de l'embouchure du fleuve.

La mine de Repentir et la Concession n°82 se trouve dans la partie amont du bassin versant de la Mana (Haute-Mana), à une trentaine de km au Nord de la source de la Mana. Le fleuve traverse le coin Nord-Est de la Concession.

Les travaux miniers projetés recoupent les bassins versants d'affluents directs, plus ou moins importants de la Mana. Il s'agit, par ordre d'importance décroissante des criques :

- Saint Léon ;
- Sable ;
- Fourca ;
- Poto ;
- Repentir.

La partie Nord-Ouest de la Concession n°82 est traversée par les criques Sable et Fourka, affluents de la crique Saint Léon. Ces criques sont principalement perturbées par les activités d'orpaillage clandestin (anciennes comme actuelles). Elles ont été déviées par endroits, et alternent désormais entre un statut de cours d'eau de section modeste et des élargissements dus aux chantiers d'orpaillage clandestin.

La *Figure 13* positionne les installations de stockage des stériles et résidus miniers par rapport au réseau hydrographique du secteur de Repentir.

Fosse Marco
Fosse Mocinha
Fosse Saint-Léon
Fosse Aérodrome
Crique Fourca
Crique Sable
Mana
Camp Félix
Camp KWG
Verse R-V11
Fosse India
Fosse Félix ext
Fosse F26
Crique Saint-Léon
Verse R-V10
Parc à résidus R-PR01
F09
Camp Kiko
F12b ext
F07 ext
Crique Potos
Crique Repentir
Verse R-V09
F09 bis
F03-5
F03
F02
Verse R-V04-05
Verse R-V07
F05 ext
Camp et atelier Montagne

N

Légende :

- Concession n°82

Installations actuelles

- camps

Topographie du phasage

Topographie initiale

- Courbe 10 m
- Courbe 1 m

Travaux Miniers

- Fosse d'extraction
- Parc à résidus
- Verse à stérile
- Fosse d'extraction servant de verse à stérile

0 250 500 750 1 000 m

Echelle au 1:12 500

ABO GEO+ ENVIRONNEMENT

UMS - Mine d'or de Repentir - Concession n°01/1909 ou 82 - Saül (973)

Demande d'Autorisation Environnementale (AE)

Tome 2bis : Plan de Gestion des Déchets issus de l'Industrie Extractive

Localisation des verses à stériles et bassins de rejets gravimétriques sur fond de topographie actuelle

Sources : UMS, ABO-GEO+

Figure 13

4.3.2. Généralités

Les eaux en contact avec le minerai et le stérile vont se charger en matières en suspension (fines et matières organiques). Un ensemble de réseau de fossés sera mis en place afin de drainer et canaliser les eaux potentiellement chargées vers des bassins de décantation. Ces derniers seront reliés au réseau de criquots naturels.

Les fossés seront calibrés de la façon suivante : 1 mètre de profondeur pour 2 de large avec une pente minimum de 2%. Le gabarit sera suffisant pour drainer les eaux pluviales et empêcher les phénomènes de dépôt.

Les volumes des bassins de décantation sont déterminés en fonction des volumes d'apports et de la vitesse de sédimentation des particules de saprolite. En effet, un temps de séjour minimal dans les bassins doit permettre aux eaux drainées de se séparer de leur phase solide et de permettre un rejet avec une qualité comparable à celle des criques.

L'objectif visé sera de **35 mg/l de matières en suspension**, sachant qu'en période pluvieuse, les criques peuvent naturellement charrier des eaux chargées à plus de **100 mg/l** de matières en suspension.

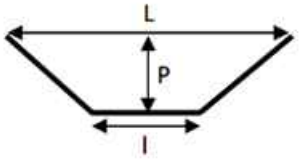
Les eaux de ruissellement externes seront récupérées et canalisées par des fossés périphériques aux fosses d'extraction et aux verses à stériles. La longueur et la pente de ces fossés de dérivation assurera la décantation des eaux avant de rejoindre le milieu naturel.

Les modalités de gestion des eaux de ruissellement des différentes zones d'exploitation sont présentées sur les cartes en pages 48 à 52.

4.3.3. Les eaux des verses à stériles

La configuration des futures verses à stériles est indiquée en *Figure 11*. On retiendra comme principe général une évacuation des eaux météoriques aussi rapide que possible, selon le trajet le plus court, et selon les lignes de plus grande pente :

- Afin de réduire au minimum les volumes d'eau ruisselant sur les remblais, l'écoulement des eaux de surface **en amont** et autour du périmètre des verses sera **dévié par des fossés périphériques**, qui dirigeront les eaux vers les écoulements forestiers alentours, naturellement plus résistants à l'érosion. De façon à simplifier la réalisation des fossés, une seule section sera appliquée et aura les dimensions suivantes :

	Temps de retour 100 ans
	Profondeur P = 1 m Largeur en fond l = 1 m Pente = 1/1 Largeur en gueule L = 3 m

Afin d'éviter un risque d'érosion trop important, les pentes retenues sont particulièrement raides (1H/1V).

La justification du dimensionnement de ces fossés est donnée dans la note de calcul en *Annexe 3*.

- La principale mesure destinée à réduire les phénomènes d'érosion des talus des verses à stériles consistera à **enherber un maximum de surfaces décapées**.

L'objectif de cette mesure n'est pas esthétique, et n'aspire pas à revégétaliser ces zones durablement. En effet, il s'agit ici de lutter contre l'érosion hydrique de ces sols, dans le délai le plus court possible. Les talus des verses seront uniquement enherbés afin de lutter contre les **phénomènes d'érosion** et permettre aux compartiments visés de se stabiliser (assèchement, dépollution).

On pourra observer que la verse V5 de la fosse du filon F2 présente des talus qui se sont enherbés naturellement avec même quelques arbustes déjà installés (bois canon notamment). De façon générale, le secteur de Repentir présente de nombreuses occurrences de revégétalisation spontanée et relativement rapide, *a priori* du fait d'une pluviométrie plus importante que la moyenne en Guyane et d'un substratum favorable (saprolite dioritique).

- Toute stagnation et infiltration d'eau sur les verses à stériles, de nature à les déstabiliser, sera évitée en leur donnant une morphologie régulière, et en **évitant d'y créer des points bas** non drainés, en particulier en tête des verses ;
- Les verses à stériles seront segmentées en unités hydrauliques de 50 à 60 m de large, délimitées par des **collecteurs d'eaux pluviale** traités contre l'érosion (mise en place d'enrochements ou de billes de bois) ;
- Concernant les verses à flanc de relief ou en fond de vallée :
    - Les **flancs des vallées seront profilés** afin de pouvoir stocker les stériles sous formes de fronts de 4 m de hauteur (hauteur maximale de la verse = 12 m) et 80° de pendage. La pente intégratrice des verses sera de 30° ;
    - Des **drains** seront installés à la base de chaque front ;
    - Des banquettes de 5 m de largeur seront aménagées entre chaque front, elles seront inclinées (pente ≈ 1,5%) de façon à diriger les eaux vers les drains qui évacueront les eaux, ce qui évitera l'accumulation d'eaux de ruissellement dans les creux topographiques et des risques de déstabilisation de la verse (creusements, glissements...).

4.3.4. Aménagement des bassins de décantation

Les eaux de ruissellement provenant des fosses d'extraction ou des zones décapées et non réaménagées des stocks de stériles, seront **drainées par des fossés de collecte**. Ces fossés aboutiront à des bassins de décantation, avant rejet des eaux vers le milieu naturel (criques et criquots).

Les bassins de décantation seront réalisés de la façon suivante : des fossés seront aménagés sur le pourtour du stock, afin de diriger l'intégralité des eaux ayant ruisselé sur le stock vers le bassin de décantation. Ce dernier sera situé à proximité du cours d'eau le plus proche afin d'y rejeter les eaux après décantation.

Les eaux de ruissellement de la **verse R-V04-5** de la fosse du filon F02 seront gérées par les **« unités de décantation »** délimitées par les digues déjà existantes et qui seront réhabilitées (*Cf. Figure 14, Figure 15 et Figure 16*). Des bassins de décantation seront aménagés dans la partie aval de ces unités de décantation pour assurer une dernière décantation des eaux avant rejet au milieu naturel.



Schéma de circulation des eaux sur le secteur du filon F02

Source : Mine&Avenir, UMS, ABO-GéoPlusEnvironnement

Figure 14

Les bassins de décantation ont été dimensionnés par rapport à la surface maximale remblayée, et non réaménagée. Nous prendrons une profondeur de 3 m, permettant un curage à la pelle relativement aisé. Par ailleurs, pour une décantation optimale, la longueur du bassin doit être au moins 3 fois supérieure à la largeur de celui-ci. Les dimensions résultantes pourraient donc être les suivantes :

Bassins versants	Volume de stockage min (m^3)	Profondeur (m)	Surface de bassin (m^2)
Verse R-V04-05 S1	1 721	3	574
Verse R-V04-05 S2	839	3	280
Verse R-V04-05 S3	973	3	324
Verse R-V07 S1	2 539	3	846
Verse R-V07 S2	518	3	173
Verse R-V09 S1	2 651	3	884
Verse R-V09 S2	516	3	172
Verse R-V09 S3	1 077	3	359
F12b ext	1 272	3	424
Verse R-V10 S1	4 162	3	1 387
Verse R-V10 S2	158	3	53
Fosse F26	1 213	3	404
Verse R-V11 S1	2 552	3	851
Verse R-V11 S2	419	3	140
Verse R-V11 S3	133	3	44

Les calculs de dimensionnement des bassins de décantation sont expliqués en *Annexe 3* et ces derniers sont localisés sur les cartes *p 48 à 52.*

4.3.5. Gestion des eaux des bassins de rejets gravimétriques

Afin **de dévier la plus grande partie des eaux pluviales** affectant les versants des bassins de rejets gravimétriques, des **fossés périphériques** seront aménagés (section trapézoïdale, 2 m de large, 1 m de profondeur) et dirigeront les eaux extérieures vers les écoulements forestiers alentours, naturellement plus résistants à l'érosion.

Au cours de la phase 1, le dépôt des rejets se fera depuis les digues D1 et D3 pour permettre leur décantation vers l'aval et la digue D3bis qui retiendra les eaux de décantation qui seront retournées, gravitairement par un canal de retour, vers la **fosse F9**, qui aura été exploitée en début de phase 1 et qui servira de **bassin d'eau claire pour les eaux de procédé** *(Cf. Figure 7 et Figure 8)***.**

Pour les phases suivantes, des conduites de rejets seront amenées vers les digues D4, D5 et D6 pour déverser gravitairement les rejets contre ces digues et permettre leur décantation vers l'aval et les digues D7 et D8 qui retiendront les eaux de décantation qui seront retournées par pompage vers la **fosse F9** *(Cf. Figure 9 et Figure 10)*.

La **Fosse 9** servira ainsi de **bassin de dernière décantation** et de **réserve d'eau** pour le procédé gravimétrique. Elle permettra également de **réguler le niveau d'eau dans les bassins de rejets**, soit via le canal de retour d'eau en phase 1, soit via une pompe qui se déclenchera au-delà d'un certain niveau d'eau pour les phases suivantes.

Malgré tout, pour répondre au trop plein que pourraient engendrer de fortes au niveau des bassins de rejets, des **évacuateurs de crue** seront installés dans le terrain naturel en marge des digues D3bis, D7 et D8.

4.3.6. Effets sur l'écoulement et la qualité des eaux superficielles

4.3.6.1. Effets des installations de stockage des stériles et résidus miniers sur l'écoulement des eaux

L'ensemble des écoulements issus de l'amont des installations de stockage sera collecté par des fossés périphériques et restitué au milieu naturel.

Les eaux de ruissellement des verses à stériles seront collectées par un réseau de fossés puis dirigées vers un bassin de décantation avant restitution au milieu naturel avec une concentration de matières en suspension conforme.

Les écoulements superficiels seront canalisés en dehors des installations de stockage des stériles et résidus miniers. De cette manière, le fonctionnement du réseau hydrographique sera maintenu, le tracé des écoulements initiaux légèrement modifiés et les vitesses parfois augmentées.

4.3.6.2. Effets des verses à stériles sur la qualité des eaux superficielles

Le seul impact potentiel des verses à stériles sur la qualité des eaux superficielles est le risque de mobilisation des **matières en suspension** par les eaux de ruissellement. La caractérisation géochimique des stériles du site de Repentir a montré que ces derniers n'étaient pas acidogènes.

L'érosion des verses à stérile sera limitée par la mise en place des mesures suivantes :

- Collecte et dérivation des eaux de ruissellement amont par des fossés périphériques de façon à limiter les arrivées d'eau ;
- Enherbement provisoire des verses à stériles au fur et à mesure de leur progression.

Comme décrit au *§ 4.3.4*, les eaux de ruissellement des verses à stériles seront collectées par un **réseau de fossés puis dirigées vers un bassin de décantation** suffisamment dimensionné pour permettre aux eaux drainées de se séparer de leur phase solide et de permettre un rejet conforme.

15 bassins de décantation équipés de leur surverse de rejet seront ainsi aménagés en contrebas des verses à stériles R-V04-05, R-V07, R-V09, F12b ext, R-V10, R-V11, F26.

L'impact résultant du stockage des stériles sur la qualité des eaux superficiel sera donc faible et maîtrisé.

4.3.6.3. Effets des stockages des résidus gravimétriques sur la qualité des eaux superficielles

Les digues des bassins de rejets seront dimensionnées avec une **revanche de 2 m** pour assurer la rétention des rejets gravimétriques et éviter aux eaux trop chargées en MES (non décantées) de s'écouler dans le milieu naturel (*Cf. § 4.1.2*).

Les bassins de rejets seront également ceinturés de fossés périphériques de dérivation des eaux de ruissellement externes.

Ainsi, aucun rejet non maîtrisé d'eau chargée en MES n'aura lieu dans le milieu naturel.

4.3.7. Conséquence et gravité des phénomènes

4.3.7.1. Risque sur la santé humaine

Le périmètre de la concession N°82 de Repentir se trouve en dehors de zones de captage pour l'alimentation en eau potable publique. Le seul captage privé à vocation AEP est celui à proximité de la base-vie UMS du « Camp Kiko », dimensionné par un puits capacitif de 6 m^3. La faible porosité inter-granulaire (temps de séjour élevé) et les particules argileuses assurent l'épuration naturelle de ces eaux.

L'évaluation des risques sanitaire réalisée au *chapitre 3 du Tome 3 : Etude d'Impact* montre que le projet minier de Repentir et les stockages de déchets issus de l'industrie extractive en particulier ne génèrent aucun risque sanitaire.

Aucune conséquence sur la santé humaine.

4.3.7.2. Risques pour les milieux naturels

Grâce aux aménagements prévus pour la gestion des eaux au droit des installations de stockage des stériles et résidus miniers, aucun rejet intempestif et non maîtrisé d'eaux chargées en MES ne se produira. Toutes les eaux ayant ruisselé sur les installations de stockage passeront par un bassin de décantation correctement dimensionné pour assurer un rejet conforme à la réglementation et sans impact sur les milieux naturels.

Aucune conséquence sur les milieux naturels liée aux effluents aqueux des installations de stockage des stériles et résidus miniers.

4.4. VALORISATION/REDUCTION DES QUANTITES DE STERILES D'EXTRACTION

Une partie des stériles d'extraction minière sera valorisée pour :

- La restauration des digues des unités de décantation ;
- Les travaux de rehausse des digues du bassin de rejets gravimétriques ;
- L'entretien des pistes ;
- Les travaux de remise en état.

Selon leur disponibilité, les stériles graveleux seront utilisés pour l'entretien des pistes, la mise en place de couverture anti-érosion des digues et le traitement des canyons d'érosion formés dans les verses à stériles.

Les **terres végétales** issues du décapage des fosses d'extraction et des emprises des verses à stériles seront stockées sélectivement et **réutilisées** dès que possible dans le cadre du **réaménagement** du site.

Les gisements aurifères primaires du site de Repentir sont des gisements filoniens typiques avec un **ratio stérile sur minerai moyen particulièrement élevé** (de l'ordre de 10 pour 1), lié à la nature filonienne de la minéralisation. A l'heure actuelle, **UMS** envisage une exploitation à ciel ouvert des différents gisements, mais étudiera, par la suite, pendant la durée de cette autorisation, **la possibilité de passer en exploitation souterraine** afin de n'extraire que le minerai et de réduire les quantités de stériles à néant ou presque.

5. PHASAGE DE STOCKAGE DES STERILES ET RESIDUS MINIERS

Le projet minier envisagé par UMS s'étalera sur **20 ans** :

- Une **première phase quinquennale** (années 1 à 5) qui verra :
    - L'exploitation primaire des filons des fosses F02, F09 et F03 en totalité, l'exploitation partielle du filon F05 ext et le stockage des stériles d'exploitation dans les **verses R-V04-05, R-V07 et R-V09** ;

- Une s**econde phase quinquennale** (années 6 à 10) qui verra :
    - La fin d''exploitation de la fosse du filon F05 ext et le stockage des stériles d'exploitation dans la verse R-**V07** ;
    - L'exploitation de la totalité des filons F07 ext, F09 bis, F03-5, F12b ext et le stockage des stériles d'exploitation dans les **verses R-V09, 12b ext et R-V04-05 ;**
    - Le démarrage de l'exploitation de la fosse Félix ext et le stockage des stériles d'exploitation dans la **verse R-V10**.

- Une **troisième phase quinquennale** (années 11 à 15) qui verra :
    - La fin d'exploitation de la fosse Félix ext et le stockage des stériles d'exploitation dans la **verse R-V10** ;
    - L'exploitation de la totalité des fosses India, F26, Aérodrome et Mocinha et le stockage des stériles d'exploitation dans les **verses R-V11 et F26** ;
    - Le démarrage de l'exploitation de la fosse Saint-Léon et le stockage des stériles d'exploitation dans les **verses R-V10 et R-V11**.

- Une **quatrième phase** de près de trois ans (2,6 ans) qui verra :
    - La fin de l'extraction de la fosse Saint-léon et le stockage des stériles d'exploitation dans les **verses R-V10 et R-V11 ;**
    - L'exploitation en totalité de la fosse Marco et le stockage des stériles d'exploitation dans la **fosse Saint Léon.**

- Les **deux dernières années** (années 19 et 20) seront consacrées à la finalisation des travaux de remise en état qui auront été menés, autant que possible, de façon coordonnée à l'exploitation.

Les volumes et tonnages de minerai et de stériles sont récapitulés par phase quinquennale dans le tableau suivant.

Tableau 6 : Tonnages, cubatures et phasage d'exploitation des minerais primaires saprolitiques

Phase	Fosses exploitées	Déblai total en m^3	Volume de minerai (m^3)	Tonnage de minerai (t)	Volume de stériles mis en verse (m^3, foisonnement 10%)	Volume rejets gravimétriques (m^3)	Durée
Phase 1	Fosses F02, F09 et F03 en totalité. Fosse F05 ext partiellement (585 000 m^3)	2 210 000	221 000	397 800	2 187 900	309 400	5
Phase 2	Fin de la fosse F05 ext (630 000 m^3). Fosse 12b ext, F07 ext, F09 bis, F03-5. Démarrage de la fosse Félix ext (50 000 m^3)	2 235 000	223 500	402 300	2 212 650	312 900	5
Phase 3	Fin de la fosse félix ext (500 000 m3). Fosse india, F26, fosse aérodrome et Mocinha en totalité. Démarrage de la fosse Saint-Léon (170 000 m^3)	2 215 000	221 500	398 700	2 192 850	310 100	5
Phase 4	Fin d'extraction de la fosse Saint-léon (710 000 m^3). Fosse Marco en totalité	1 165 000	116 500	209 700	1 153 350	163 100	2
Total		**7 825 000**	**782 500**	**1 408 500**	**7 746 750**	**1 095 500**	**18**

Les plans topographiques en fin de chaque phase sont présentés dans les pages suivantes. Les modalités de gestion des eaux (fossés de dérivation et bassins de décantation y sont précisés)

Légende :

- Concession n°82
- Point de suivi qualité des eaux
- Fossés de dérivation des eaux
- Ecoulement des eaux de ruissellement
- Puisard
- Digues
- Bassins de décantation
- Unités de décantation
- camps

Emprise des travaux miniers

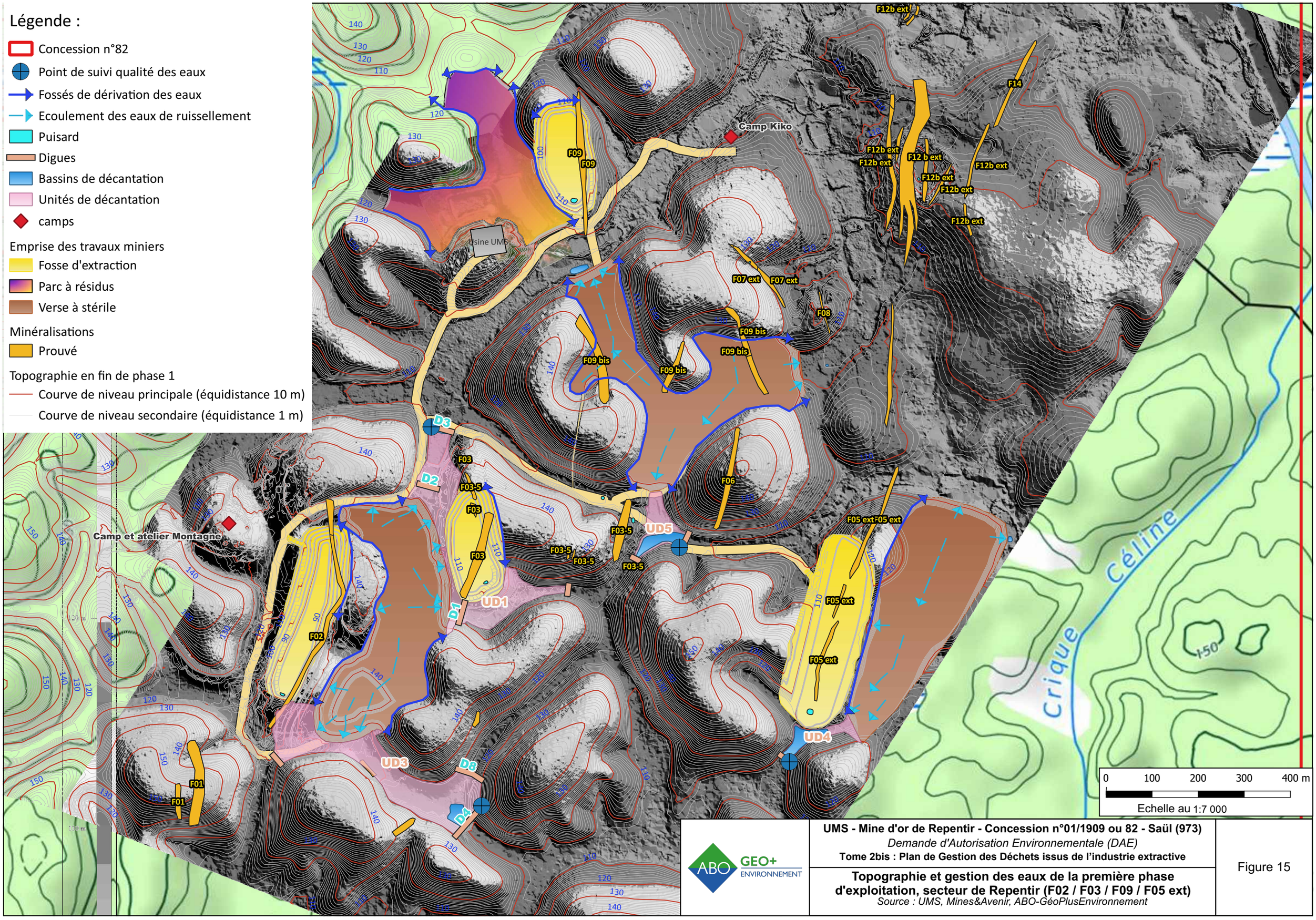
- Fosse d'extraction
- Parc à résidus
- Verse à stérile

Minéralisations

- Prouvé

Topographie en fin de phase 1

- Courve de niveau principale (équidistance 10 m)
- Courve de niveau secondaire (équidistance 1 m)



UMS - Mine d'or de Repentir - Concession n°01/1909 ou 82 - Saül (973)

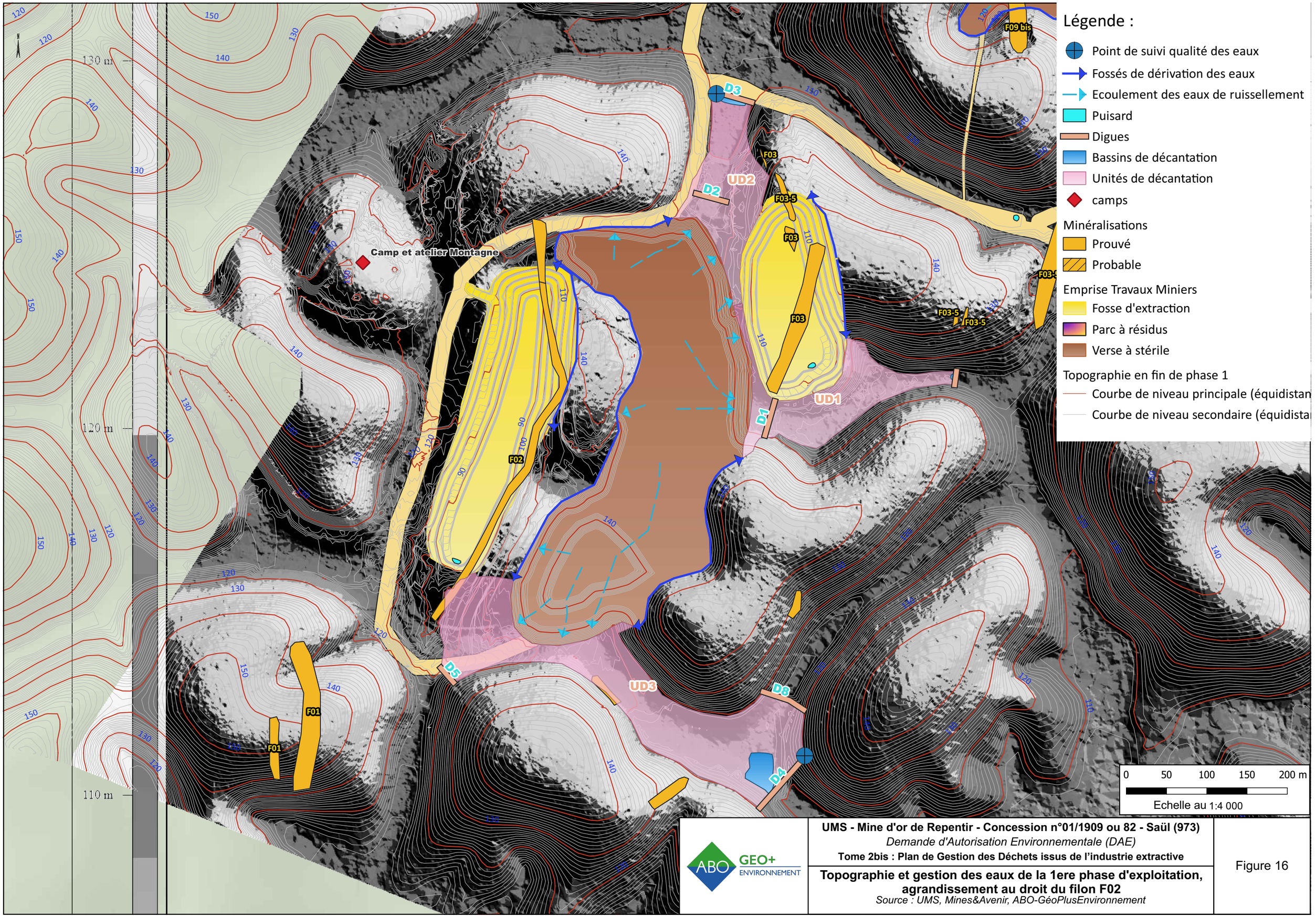
Demande d'Autorisation Environnementale (DAE)

Tome 2bis : Plan de Gestion des Déchets issus de l'industrie extractive

Topographie et gestion des eaux de la première phase d'exploitation, secteur de Repentir (F02 / F03 / F09 / F05 ext)

Source : UMS, Mines&Avenir, ABO-GéoPlusEnvironnement

Figure 15



UMS - Mine d'or de Repentir - Concession n°01/1909 ou 82 - Saül (973)

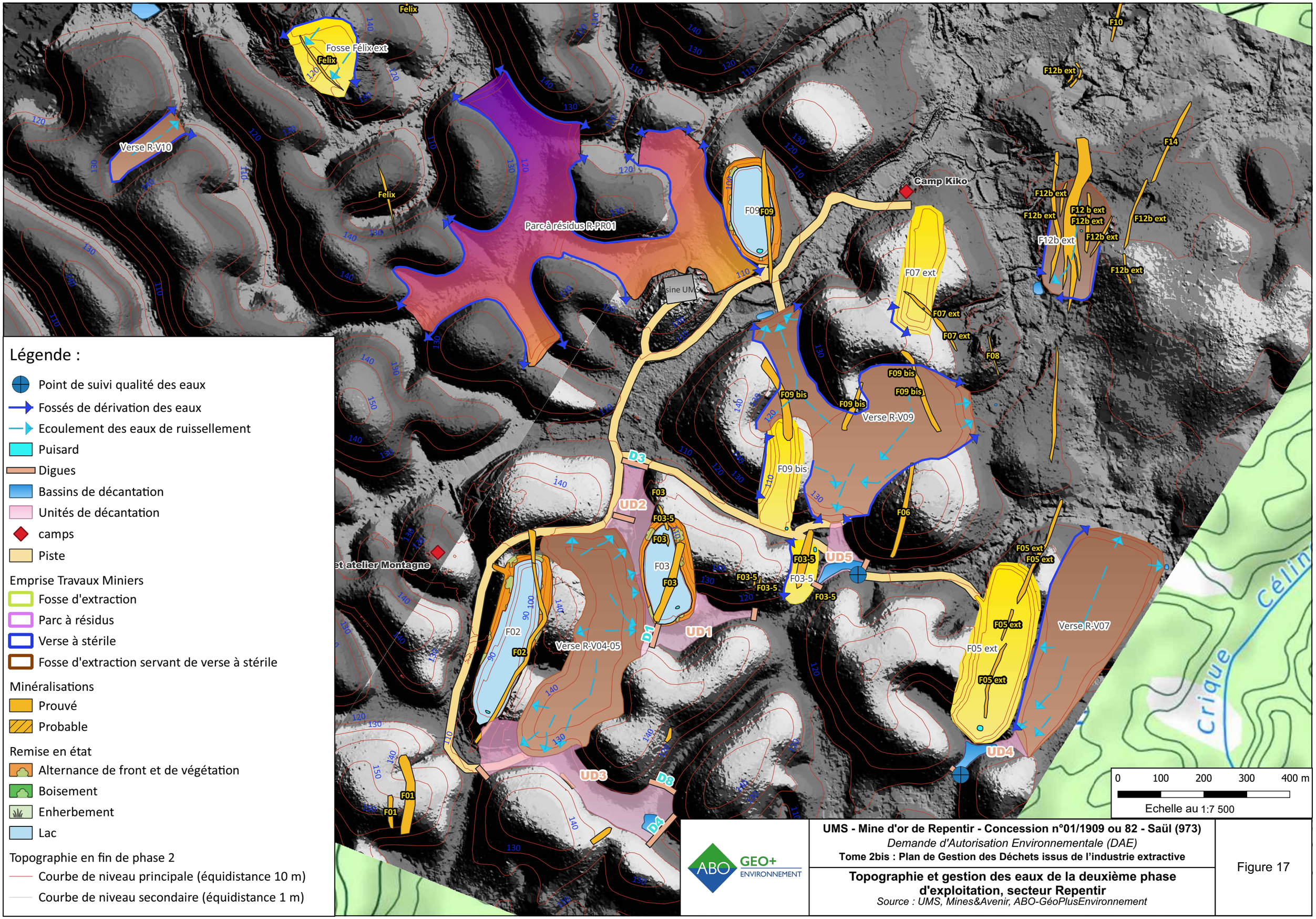
Demande d'Autorisation Environnementale (DAE)

Tome 2bis : Plan de Gestion des Déchets issus de l'industrie extractive

Topographie et gestion des eaux de la 1ere phase d'exploitation, agrandissement au droit du filon F02

Source : UMS, Mines&Avenir, ABO-GéoPlusEnvironnement

Figure 16



ABO GEO+ ENVIRONNEMENT

UMS - Mine d'or de Repentir - Concession n°01/1909 ou 82 - Saül (973)

Demande d'Autorisation Environnementale (DAE)

Tome 2bis : Plan de Gestion des Déchets issus de l'industrie extractive

Topographie et gestion des eaux de la deuxième phase d'exploitation, secteur Repentir

Source : UMS, Mines&Avenir, ABO-GéoPlusEnvironnement

Figure 17

Mocinha
Mocinha
Saint-Léon
Aerodrome
Aerodrome
F11
F11
F11
Felix
Felix
Felix
F09
F09
Usine UMS

0 100 200 300 400 m
Echelle au 1:8 000

Légende :

- Concession n°82
- Point de suivi qualité des eaux
- Fossés de dérivation des eaux
- Ecoulement des eaux de ruissellement
- Puisard
- Bassins_decantation
- Unités_decantation
- camps

Minéralisations
- Prouvé
- Probable

Emprise Travaux Miniers
- Fosse d'extraction
- Parc à résidus
- Verse à stérile
- Fosse d'extraction servant de verse à stérile

Remise en état
- Alternance de front et de végétation
- Lac

Topographie en fin de phase 3
- Courbe de niveau principale (équidistance 10 m)
- Courbe de niveau secondaire (équidistance 1 m)

ABO GEO+ ENVIRONNEMENT

UMS - Mine d'or de Repentir - Concession n°01/1909 ou 82 - Saül (973)

Demande d'Autorisation Environnementale (DAE)

Tome 2bis : Plan de Gestion des Déchets issus de l'industrie extractive

Topographie et gestion des eaux de la troisième phase d'exploitation, secteurs India et Boeufs

Source : UMS, Mines&Avenir, ABO-GéoPlusEnvironnement

Figure 18

Fosse Marco

Fosse Saint-Léon

Grique Sable

Grique Fourca

Verse R-V11

Grique Saint-Léon

Légende :

- Concession n°82
- Point de suivi qualité des eaux
- Fossés de dérivation des eaux
- Ecoulement des eaux de ruissellement
- Puisard
- Bassins_decantation
- Piste

Minéralisations

- Prouvé
- Probable

Emprise Travaux Miniers

- Fosse d'extraction
- Parc à résidus
- Verse à stérile
- Fosse d'extraction servant de verse à stérile

Remise en état

- Alternance de front et de végétation
- Boisement
- Enherbement
- Lac

Topographie en fin de phase 4

- Courbe de niveau principale (équidistance 10 m)
- Courbe de niveau secondaire (équidistance 1 m)

0 100 200 300 400 m

Echelle au 1:5 999.999994

ABO GEO+ ENVIRONNEMENT

UMS - Mine d'or de Repentir - Concession n°01/1909 ou 82 - Saül (973)

Demande d'Autorisation Environnementale (DAE)

Tome 2bis : Plan de gestion des Déchets issus de l'industrie extractive

Topographie et gestion des eaux de la quatrième phase d'exploitation, secteurs Marco / Saint-Léon

Source : UMS, Mines&Avenir, ABO-GéoPlusEnvironnement

Figure 19

6. CALCUL DES GARANTIES FINANCIERES LIEES AUX INSTALLATIONS DE STOCKAGE DE DECHETS NON INERTES ISSUS DE L'INDUSTRIE EXTRACTIVE

Conformément à la circulaire du 9 mai 2012, il est recommandé la mise en œuvre de garanties financières pour les stockages de déchets non inertes et non dangereux issus de l'industrie extractive (rubrique 2720 des ICPE).

L'attestation de garanties financières prendra la forme d'un acte de cautionnement solidaire, établi conformément au modèle défini par l'arrêté ministériel du 1er février 1996 modifié par l'arrêté du 30 avril 1998. Cet acte de caution sera fourni à Mr. Le préfet soit par un établissement de crédit, soit par une société d'assurance, au terme de la procédure réglementaire d'autorisation, en même temps que la déclaration de début de travaux.

L'annexe 2 de la circulaire du 9 mai 2012 fixe les règles de calcul du montant des garanties financières pour une installation de stockage de déchets classés 2720 selon la méthode de calcul forfaitaire. Cette circulaire semble la mieux adaptée pour le calcul des garanties financières pour la remise en état des installations de stockage des résidus de traitement gravimétrique du minerai de la concession n°82 d'UMS :

$$CR = C2 \times S_{2720} \times I_{2720}$$

Avec:

- **CR** : montant de référence des garanties financières pour la période considérée (5 ans)
- **C2** : 36 290 €/ha pour les 5 premiers hectares, puis 29 625 €/ha pour les 5 suivants, et 22 220 €/ha au-delà (fixée par l'Arrêté du 9 février 2004 relatif à la détermination du montant des garanties financières de remise en état des carrières) ;
- **S_{2720} :** surface de l'installation 2720 en chantier pendant la période garantie
- **I_{2720}** : coefficient de majoration pour les installations classées 2720, de 0,30 dans notre cas :

Type de stockage	I_{2720}
Bassin enterré	0,40
Bassin endigué	0,30
Dépôt de surface et verse à flanc de relief	$S_{2720} \leq 5$ ha : 0,35 $5 < S_{2720} \leq 10$ ha : 0.25 $S_{2720} > 10$ ha : 0,15
Verse dans une fosse	0

Les **bassins de résidus gravimétriques** sont considérés par la DGTM comme de **déchets non inertes et non dangereux** issus de l'industrie extractive en raison de leur nature argileuse pouvant conduire à la mise en suspension de particules argileuses dans l'eau. On rappellera que ces rejets ont été caractérisés comme **inertes d'un point de vue chimique et non acidogènes**.

La détermination des surfaces mises en jeu dans le calcul des garanties financières s'appuie sur les planches de phasages quinquennales qui permettent d'estimer, pour chaque phase, les surfaces du parc à résidus.

Tableau 9 : Calculs des garanties financières liées aux installations de stockage des déchets non inertes et non dangereux

Phase	S Surface des stockages en chantier pendant la phase (en ha)	I	Montant des garanties financières (€ HT)
1	Parc à résidus R-PR01 : **6,31 ha**	0,3 (bassin endigué)	**68 655 €**
2-4	Parc à résidus R-PR01 : **11,31 ha**	0,3 (bassin endigué)	**107 538 €**

La circulaire du 9 mai 2012 ne prévoit pas de formule d'actualisation de ces garanties.

7. CONCLUSION

Le plan de gestion des déchets de l'industrie extractive résultant du fonctionnement de la mine de Repentir s'applique aux **stériles de décapage et d'extraction** ainsi qu'aux **rejets gravimétriques** issus du traitement du minerai aurifère primaire.

Le présent plan de gestion définit les modalités de stockage de l'ensemble de ces déchets ainsi que les conditions d'aménagement et les mesures de contrôle des différentes zones de stockages.

7.1. DECHETS GENERES PAR L'EXPLOITATION DE LA MINE DE REPENTIR

L'exploitation de la mine d'or de Repentir conduira à la production de plusieurs types de déchets récapitulés dans le tableau ci-dessous :

Tableau 10 : Synthèse des déchets issus de l'industrie extractive produits sur le site de Repentir

Déchets	Code selon nomenclature déchets	Origine	Nature	Caractère	Quantité à stocker (m^3)	Modalités de gestion
Terres végétales	Terres non polluées	Décapage des terrains de surface	Terres non polluées	**Inertes et non dangereux**	200 000	Stockée en andains à proximité des zones de décapage puis réutilisées pour la remise en été coordonnée
Stériles d'extraction	01 01 01	Extraction sélective du minerai primaire aurifère	Saprolite granitique argileuse finement sableuses plus ou moins foisonnés	**Inertes et non dangereux**	7 746 750	**Valorisation des matériaux graveleux pour la construction des digues drainantes des parcs à résidus** Remblayage de fosses d'extraction Stockage dans des verses à stériles
Résidus de traitement gravimétrique	01 03 06	Traitement gravimétrique du minerai primaire riche (>3 g Au/t)	Analogue à des limons peu plastiques, granulométrie <2,5 mm, humidité résiduelle de 15%	**Non inerte et non dangereux** (du fait de la fraction argileuse mobilisable en matières en suspension (MES))	1 095 000	Parc à résidus gravimétriques

Ces stockages de déchets de l'industrie extractive impliquent certains effets sur l'environnement et notamment au niveau des sols et des eaux superficielles.

Afin de maîtriser et minimiser ces impacts, les zones réservées au stockage des différents types de déchets doivent être aménagées et contrôlées. Les aménagements ainsi que les mesures de contrôle des différentes zones de stockage du site de Repentir sont présentés ci-après :

7.2. AMENAGEMENTS ET MESURES DE SUIVI POUR LA STABILITE DES INSTALLATIONS DE STOCKAGE

7.2.1. Verses à stériles

- Les aires de stockage en fond de vallon seront aménagées en **redans** et équipées de **drains** afin de collecter les éventuelles eaux souterraines et infiltrations.
- Les stériles seront déposés en couches successives de 4 m de hauteur, pour former une nouvelle surface topographique ayant une **pente intégratrice de 30°**. Les stériles seront compactés au fur et à mesure de leur dépôt pour diminuer la percolation d'eau de ruissellement et éviter ainsi que la verse ne se gorge d'eau.
- Un dispositif de drainage des eaux de ruissellement sera mis en place afin d'empêcher tout apport d'eau pluviale venant de l'extérieur.

7.2.2. Bassins de résidus gravimétriques

- Les bassins de rejets gravimétriques seront aménagés dans le parc à résidus avec mise en place de digues de rétention étanche de 8 à 15 m de hauteur.
- **Les digues des futurs stockages de rejets gravimétriques et les digues des bassins de décantation** devront être dimensionnées par **une étude géotechnique** et fera l'objet d'une mission de suivi géotechnique.

7.2.3. Synthèse des mesures de suivi

Le tableau suivant récapitule les mesures de suivi de la stabilité des installations de stockage des déchets issus de l'industrie extractive.

Tableau 11 : Suivi de la stabilité des installations de stockage des déchets issus de l'industrie extractive

Lieu	Objectif	Action	Fréquence	Paramètre mesuré	Coût HT
Verses à stériles	Contrôler la stabilité des talus	Surveillance visuelle des talus	Quotidienne	Observation d'éventuelles déstructurations inhabituelles	10 k€/an
		Intervention d'un géotechnicien	Annuelle	-	
		Levé topographique précis	Annuelle	Points fixes solidaires des ouvrages	5 k€/an
Stabilité des pistes, fossés de dérivations	Contrôler la stabilité	Surveillance visuelle avec travaux d'entretien léger	Quotidienne	Etat des pistes et fossés, apparition de fissuration ou autre désordre géotechnique	pm
		Surveillance des canaux de dérivation	Hebdomadaire	Largeur du lit Etat des berges	pm
Digues des bassins de rejets gravimétriques	Contrôler la stabilité des digues	Surveillance visuelle des digues	Bi-hebdomadaire	Apparition de fissuration ou autre désordre géotechnique	pm
		Suivi des piézomètres implantés dans le corps des digues pour identifier une éventuelle fuite ou mise en charge	Bi-hebdomadaire	Niveau d'eau	Création des piézomètres : 100 k€ pour 10 à 15 piézomètres Suivi : coût internes
		Revue annuelle	Annuelle		pm
		Audit indépendant par un bureau d'étude en géotechnique	Annuelle	Apparition de fissuration ou autre désordre géotechnique, calculs de stabilité	15 k€/an
		Levé topographique précis	Annuelle	Points fixes solidaires des ouvrages	5 k€/an

Un registre « géotechnique » sera créé par UMS. Il recensera :

- Les études géotechniques associées aux ouvrages ;
- Les résultats des différents suivis ;
- Les audits de suivi de la stabilité des ouvrages.

7.3. AMENAGEMENTS ET MESURES DE SUIVI POUR LES EAUX SOUTERRAINES

Etant donné le caractère très peu perméable du substratum saprolitique au droit des installations de stockage, les interactions avec les eaux souterraines seront très limitées. Des aménagements ont néanmoins été prévus pour préserver la qualité des eaux souterraines.

7.3.1. Verses à stériles

- Une partie des stériles sera **remblayée dans les fosses d'extraction**, ce qui limitera significativement l'impact sur les eaux souterraines. En effet, les stériles d'extraction reposeront directement sur un substratum de géochimie similaire.
- Les aires de stockage en fond de vallon seront aménagées en **redans** et équipées de **drains** afin de collecter les éventuelles eaux souterraines et infiltrations.

7.3.2. Bassins de rejets gravimétriques

- Pas d'aménagement particulier.

7.3.3. Synthèse des mesures de suivi

- Pas d'aménagement particulier.

7.4. AMENAGEMENT ET MESURES DE SUIVI POUR LES EAUX SUPERFICIELLES

7.4.1. Verses à stériles

- Un ensemble de réseau de fossés sera mis en place **afin de drainer et canaliser les eaux** potentiellement chargées vers des **bassins de décantation**.
- Les **eaux de ruissellement amont seront récupérées et canalisées** par des fossés périphériques aux verses à stériles. La longueur et la pente de ces fossés de dérivation assurera la décantation des eaux avant de rejoindre le milieu naturel.

7.4.2. Bassins de rejets gravimétriques

- Suivi périodique de la stabilité des digues des bassins de décantation
- Afin **de dévier la plus grande partie des eaux pluviales** affectant les versants du parc à résidus, des **canaux** seront aménagés à flanc de gradins.
- Les eaux issues de la décantation des rejets du bassin de rejet seront collectées par un canal et réemployées dans le **circuit fermé de l'usine gravimétrique.**
- Les digues du parc à résidus gravimétriques ont été dimensionnées avec une **revanche de 2 m** par rapport au plus haut niveau de rejets ce qui permettra de contenir un volume largement supérieur au volume maximal généré par une pluie centennale.

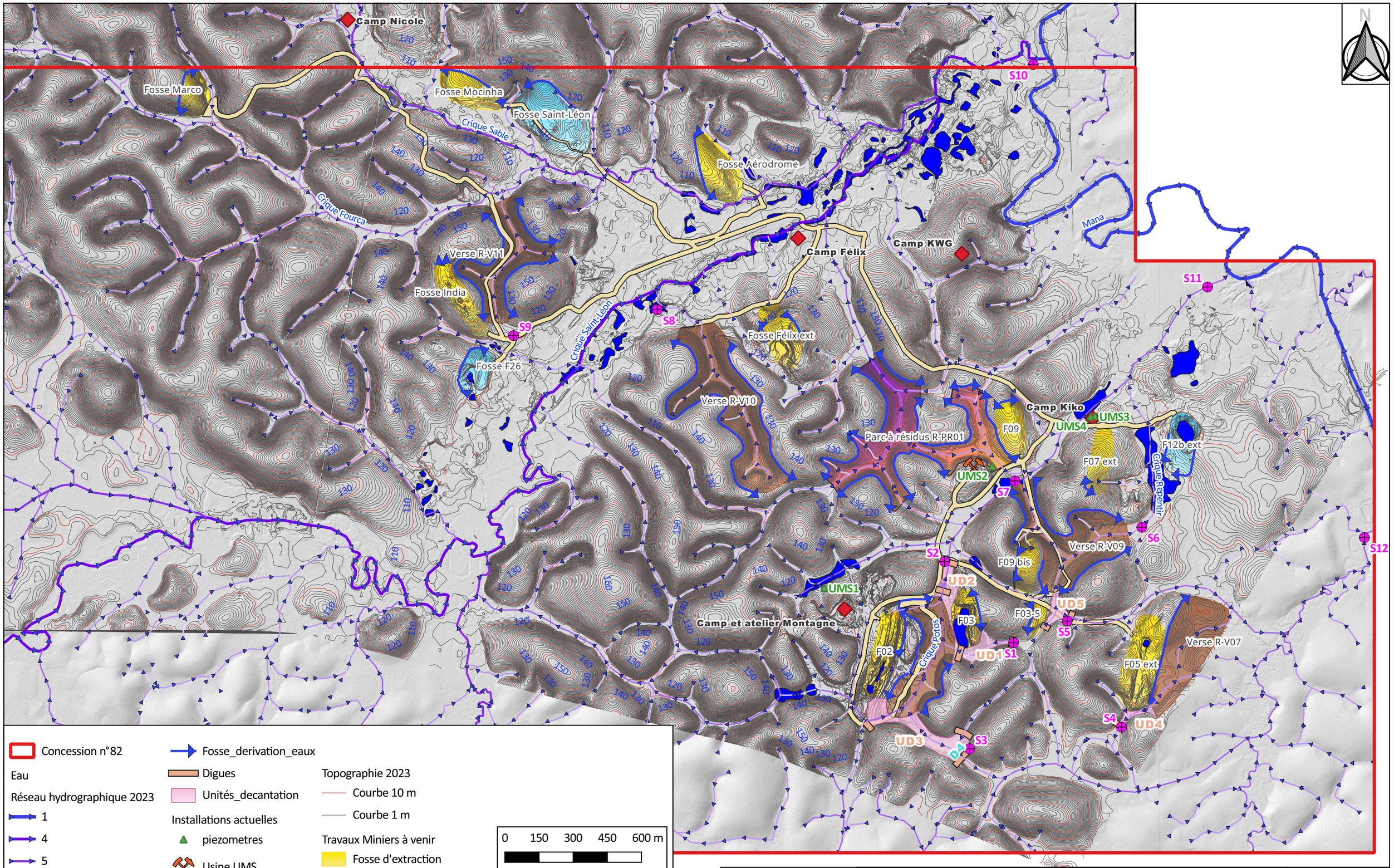
7.4.3. Synthèse des mesures de suivi

- Un suivi de la qualité des eaux superficielles sera effectué une fois par semestre (saison sèche/saison des pluies) au niveau des criques Céline, Poto et Saint Léon en aval des travaux et au niveau des surverses des bassins de décantation. Les analyses porteront sur les hydrocarbures totaux, la conductivité, l'oxygène dissous, les MES, la DCO, les métaux lourds dont le mercure, le pH.

Tableau 7 : Suivi des eaux superficielles en lien avec la gestion des stériles et résidus miniers

Objectif	Action	Lieu	Fréquence	Paramètre mesuré	Acteur	Coût HT
Surveiller la qualité des eaux superficielles	Prélèvement et analyse	3 points : criques Céline, Poto et Saint Léon en aval des travaux 9 points en surverse des bassins de décantation	Semestrielle	Hydrocarbures totaux, conductivité, oxygène dissous, MES, DCO, métaux lourds (mercure notamment), pH	Laboratoire	10 k€/an

Ces points de suivi sont localisés sur les cartes en pages suivantes.



Concession n°82

Eau

Réseau hydrographique 2023

- 1
- 4
- 5
- 6
- 7
- 8

Point_suivi_qualite_eaux

Fosse_derivation_eaux

Digues

Unités_decantation

Installations actuelles

- piezometres
- Usine UMS
- Pistes d'exploitation
- camps
- Zones en eau

Topographie 2023

- Courbe 10 m
- Courbe 1 m

Travaux Miniers à venir

- Fosse d'extraction
- Parc à résidus
- Verse à stérile
- Fosse d'extraction servant de verse à stérile

GEO+ ENVIRONNEMENT

UMS - Mine d'or de Repentir - Concession n°01/1909 ou 82 - Saül (973)

Demande d'Autorisation Environnementale (AE)

Tome 2bis : Plan de Gestion des Déchets issus de l'industrie extractive

Stations de suivi des eaux souterraines et superficielles

Sources : UMS, ABO-GEO+

Figure 20

Annexes

Annexe 1 : **Bordereau d'analyse géochimique des échantillons de stériles d'extraction de la fosse du filon F2 et des échantillons de rejets gravimétriques (WESSLING, octobre 2019)**

Annexe 2 : **Rapport d'étude géotechnique, surélévation du bassin de résidus, réflexions sur l'évolution du site (Mine&Avenir, août 2021)**

Annexe 3 : **Note de dimensionnement des bassins de décantation (ABO-GEO+, septembre 2023)**

Annexes

Annexe 1 : Bordereau d'analyse géochimique des échantillons de stériles d'extraction de la fosse du filon F2 et des échantillons de rejets gravimétriques (WESSLING, octobre 2019)

WESSLING
Quality of Life

WESSLING France S.A.R.L.
Z.I. de Chesnes Tharabie · 40 rue du Ruisseau
BP 50705 · 38297 Saint-Quentin-Fallavier
Tél. +33 (0)4 74 99 96 20 · Fax +33 (0)9 72 53 90 56
labo@wessling.fr · www.wessling.fr

WESSLING France S.A.R.L, 40 rue du Ruisseau, 38070 Saint-Quentin-Fallavier Cedex

GEOPLUS ENVIRONNEMENT
Monsieur Mickael LALOUA
2, chemin du château
45530 SEICHEBRIERES

Rapport d'essai n° :	UPA19-035641-1
Commande n° :	UPA-10476-19
Interlocuteur :	D. Cardon
Téléphone :	+33 164 471 475
eMail :	David.Cardon@wessling.fr
Date :	10.10.2019

Rapport d'essai

UMS

Les résultats ne se rapportent qu'aux échantillons soumis à l'essai.
Les méthodes couvertes par l'accréditation COFRAC NF EN ISO/CEI 17025 – 2005 sont marquées d'un A au niveau de la norme.
Les résultats obtenus par ces méthodes sont accrédités sauf avis contraire en remarque.
Les portées d'accréditation COFRAC n°1-1364 essais du laboratoire Wessling de Lyon (St Quentin Fallavier), COFRAC n°1-5578 du laboratoire Wessling de Paris (Villebon-sur Yvette) et COFRAC n°1-6579 du laboratoire Wessling de Lille (Croix) sont disponibles sur le site www.cofrac.fr pour les résultats accrédités par les laboratoires Wessling FRANCE.
Les essais effectués par les laboratoires allemands sont accrédités par le DAKKS sous le numéro D-PL-14162-01-00 (www.as.dakks.de).
Les essais effectués par le laboratoire hongrois de Budapest sont accrédités par le NAT sous le numéro NAT-1-1398 (www.nat.hu).
Les essais effectués par le laboratoire polonais de Krakow sont accrédités par le PCA sous le numéro AB 918 (www.pca.gov.pl).
Ce rapport d'essai ne peut être reproduit que sous son intégralité et avec l'autorisation des laboratoires WESSLING.
Les laboratoires WESSLING autorisent leurs clients à extraire tout ou partie des résultats d'essai envoyés à titre indicatif sous format excel uniquement à des fins de retraitement, de suivi et d'interprétation de données sans faire allusion à l'accréditation des résultats d'essai.
La conclusion ne tient pas compte des incertitudes (disponibles sur demande) et n'est pas couverte par l'accréditation.

WESSLING
Quality of Life

WESSLING France S.A.R.L.
Z.I. de Chesnes Tharabie · 40 rue du Ruisseau
BP 50705 · 38297 Saint-Quentin-Fallavier
Tél. +33 (0)4 74 99 96 20 · Fax +33 (0)9 72 53 90 56
labo@wessling.fr · www.wessling.fr

St Quentin Fallavier, le 10.10.2019

N° d'échantillon **Désignation d'échantillon**	**Unité**	**19-160977-01** **PAR 1**	**19-160977-02** **PAR 2**	**19-160977-03** **V2**	**19-160977-04** **V4**
Analyse physique					
Matière sèche	% mass MB	89,6	62,6	85,5	78,4
Préparation d'échantillon					
Minéralisation à l'eau régale		03/10/2019	03/10/2019	03/10/2019	03/10/2019
Lixiviation					
Masse totale de l'échantillon	g	93	83	88	96
Masse de la prise d'essai	g	21	20	21	21
Refus >4mm	g	0,00	0,00	0,00	0,00
pH		9,1 à 21,4°C	8,9 à 21,3°C	8,7 à 21,3°C	8,8 à 21,2°C
Conductivité [25°C]	µS/cm	25	32	15	22
Sur lixiviat filtré					
Eléments					
Chrome (Cr)	µg/l E/L	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0
Nickel (Ni)	µg/l E/L	<10	<10	<10	<10
Cuivre (Cu)	µg/l E/L	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0
Zinc (Zn)	µg/l E/L	<50	<50	<50	<50
Arsenic (As)	µg/l E/L	<3,0	<3,0	<3,0	<3,0
Cadmium (Cd)	µg/l E/L	<1,5	<1,5	<1,5	<1,5
Plomb (Pb)	µg/l E/L	<10	<10	<10	<10
Mercure (Hg)	µg/l E/L	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Fraction solubilisée					
Eléments					
Mercure (Hg)	mg/kg MS	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Chrome (Cr)	mg/kg MS	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Nickel (Ni)	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Cuivre (Cu)	mg/kg MS	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Zinc (Zn)	mg/kg MS	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Arsenic (As)	mg/kg MS	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03
Cadmium (Cd)	mg/kg MS	<0,015	<0,015	<0,015	<0,015
Plomb (Pb)	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Sulfure (S)	mg/kg MS-A	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00
Screening ICP-MS		voir annexe 1	voir annexe 2	voir annexe 3	voir annexe 4

WESSLING
Quality of Life

WESSLING France S.A.R.L.
Z.I. de Chesnes Tharabie · 40 rue du Ruisseau
BP 50705 · 38297 Saint-Quentin-Fallavier
Tél. +33 (0)4 74 99 96 20 · Fax +33 (0)9 72 53 90 56
labo@wessling.fr · www.wessling.fr

St Quentin Fallavier, le 10.10.2019

Informations sur les échantillons

N° d'échantillon :	19-160977-01	19-160977-02	19-160977-03	19-160977-04
Date de réception :	30.09.2019	30.09.2019	30.09.2019	30.09.2019
Désignation :	PAR 1	PAR 2	V2	V4
Type d'échantillon :	Sol	Sol	Sol	Sol
Date de prélèvement :				
Récipient :	1 VB	1 VB	1 VB	1 VB
Température à réception (C°) :	18°C	18°C	18°C	18°C
Début des analyses :	30.09.2019	30.09.2019	30.09.2019	30.09.2019
Fin des analyses :	09.10.2019	09.10.2019	09.10.2019	09.10.2019

WESSLING
Quality of Life

WESSLING France S.A.R.L.
Z.I. de Chesnes Tharabie · 40 rue du Ruisseau
BP 50705 · 38297 Saint-Quentin-Fallavier
Tél. +33 (0)4 74 99 96 20 · Fax +33 (0)9 72 53 90 5
labo@wessling.fr · www.wessling.fr

St Quentin Fallavier, le 10.10.2019

Informations sur les méthodes d'analyses

Paramètre	Norme	Laboratoire
Matières sèches	NF ISO 11465(A)	Wessling Lyon (F)
Sulfure (S) total sur sol	DIN 4030-2 (2008-06)(A)	Wessling Oppin (D)
Screening ICP-MS	DIN EN ISO 17294-2	Wessling Lyon (F)
Minéralisation à l'eau régale	Méth. interne : " MINE NF ISO 11466"(A)	Wessling Lyon (F)
Lixiviation	Méth. interne : "LIXI NF EN 12457-2"(A)	Wessling Lyon (F)
Lixiviation	Méth. interne : "LIXI NF EN 12457-2 "(A)	Wessling Lyon (F)
Métaux sur eau / lixiviat (ICP-MS)	NF EN ISO 17294-2(A)	Wessling Lyon (F)
Métaux sur eau / lixiviat (ICP-MS)	NF EN ISO 17294-2(A)	Wessling Lyon (F)
Métaux sur lixiviat	(calculé d'éluat à solide (1:10))	Wessling Paris (F)
Mercure	(calculé d'éluat à solide (1:10))	Wessling Paris (F)

Commentaires :

Lixiviation : La prise d'essai effectuée sur l'échantillon brut en vue de la lixiviation est réalisée au carottier sans quartage préalable. La quantité de prise d'essai effectuée sur l'échantillon est de 20 g après homogénéisation, séchage et broyage en respectant le ratio 1/10

Les seuils de quantification fournis n'ont pas été recalculés d'après la matière sèche de l'échantillon.
Les seuils sont susceptibles d'être augmentés en fonction de la nature chimique de la matrice.

WESSLING

Laboratoires WESSLING S.A.R.L.
Z.I. de Chesnes Tharabie · 40 rue du Ruisseau
BP 50705 · 38297 Saint-Quentin-Fallavier
Tél. +33 (0)4 74 99 96 20 · Fax +33 (0)4 74 99 96 37
labo@wessling.fr · www.wessling.fr

Rapport d'essai
Projet : Saint Quentin fallavier le 08/10/2019

Screening ICP-MS **Valeurs données avec une précision de +/- 50%**

après minéralisation à l'eau régale

N°-labo	V1-19-160977-01	V1-19-160977-01
Identification	**PAR 1**	**PAR 1**

Ag	mg/kgMS	<10	Nd	mg/kgMS	11
Al	mg/kgMS	1900	Ni	mg/kgMS	<10
As	mg/kgMS	11	Os	mg/kgMS	<10
Au	mg/kgMS	n.q	P	mg/kgMS	<230
B	mg/kgMS	<10	Pb	mg/kgMS	35
Ba	mg/kgMS	260	Pd	mg/kgMS	<10
Be	mg/kgMS	<4	Pr	mg/kgMS	<10
Bi	mg/kgMS	<10	Pt	mg/kgMS	<10
Ca	mg/kgMS	<200	Rb	mg/kgMS	<10
Cd	mg/kgMS	<1	Re	mg/kgMS	<10
Ce	mg/kgMS	40	Ru	mg/kgMS	<10
Co	mg/kgMS	32	Rh	mg/kgMS	n.q
Cr	mg/kgMS	15	S	mg/kgMS	<10
Cs	mg/kgMS	<10	Sb	mg/kgMS	<10
Cu	mg/kgMS	18	Sc	mg/kgMS	n.q
Dy	mg/kgMS	<10	Se	mg/kgMS	<15
Er	mg/kgMS	<10	Si	mg/kgMS	350
Eu	mg/kgMS	<10	Sm	mg/kgMS	<10
Fe	mg/kgMS	22000	Sn	mg/kgMS	<10
Ga	mg/kgMS	29*	Sr	mg/kgMS	<10
Gd	mg/kgMS	<10	Ta	mg/kgMS	<10
Ge	mg/kgMS	<10	Tb	mg/kgMS	<10
Hf	mg/kgMS	<10	Te	mg/kgMS	<10
Hg	mg/kgMS	<1	Th	mg/kgMS	<10
Ho	mg/kgMS	<10	Ti	mg/kgMS	60*
In	mg/kgMS	<10	Tl	mg/kgMS	<10
Ir	mg/kgMS	<10	Tm	mg/kgMS	<10
K	mg/kgMS	170	U	mg/kgMS	<10
La	mg/kgMS	<10	V	mg/kgMS	27
Li	mg/kgMS	<10	W	mg/kgMS	51
Lu	mg/kgMS	n.q	Y	mg/kgMS	<10
Mg	mg/kgMS	71	Yb	mg/kgMS	<10
Mn	mg/kgMS	2500	Zn	mg/kgMS	26
Mo	mg/kgMS	<10	Zr	mg/kgMS	<10
Na	mg/kgMS	19			
Nb	mg/kgMS	<10			

n.d : non detectable Annexe 1 du rapport

n.q : non quantifiable (traceur)

* les contrôles ne rentrent pas dans les exigences de la méthode

WESSLING

Laboratoires WESSLING S.A.R.L.
Z.I. de Chesnes Tharabie · 40 rue du Ruisseau
BP 50705 · 38297 Saint-Quentin-Fallavier
Tél. +33 (0)4 74 99 96 20 · Fax +33 (0)4 74 99 96 37
labo@wessling.fr · www.wessling.fr

Rapport d'essai
Projet : Saint Quentin fallavier le 08/10/2019

Screening ICP-MS **Valeurs données avec une précision de +/- 50%**

après minéralisation à l'eau régale

N°-labo		V1-19-160977-02			V1-19-160977-02
Identification		**PAR 2**			**PAR 2**
Ag	mg/kgMS	<10	Nd	mg/kgMS	20
Al	mg/kgMS	7500	Ni	mg/kgMS	<10
As	mg/kgMS	13	Os	mg/kgMS	<10
Au	mg/kgMS	n.q	P	mg/kgMS	<750
B	mg/kgMS	<30	Pb	mg/kgMS	75
Ba	mg/kgMS	170	Pd	mg/kgMS	<10
Be	mg/kgMS	<10	Pr	mg/kgMS	<10
Bi	mg/kgMS	<10	Pt	mg/kgMS	<10
Ca	mg/kgMS	<1000	Rb	mg/kgMS	<10
Cd	mg/kgMS	<1	Re	mg/kgMS	<10
Ce	mg/kgMS	87	Ru	mg/kgMS	<10
Co	mg/kgMS	18	Rh	mg/kgMS	n.q
Cr	mg/kgMS	28	S	mg/kgMS	<10
Cs	mg/kgMS	<10	Sb	mg/kgMS	<10
Cu	mg/kgMS	32	Sc	mg/kgMS	n.q
Dy	mg/kgMS	<10	Se	mg/kgMS	<10
Er	mg/kgMS	<10	Si	mg/kgMS	450
Eu	mg/kgMS	<10	Sm	mg/kgMS	<10
Fe	mg/kgMS	41000	Sn	mg/kgMS	<10
Ga	mg/kgMS	27*	Sr	mg/kgMS	<10
Gd	mg/kgMS	<10	Ta	mg/kgMS	<10
Ge	mg/kgMS	<10	Tb	mg/kgMS	<10
Hf	mg/kgMS	<10	Te	mg/kgMS	<10
Hg	mg/kgMS	<1	Th	mg/kgMS	<10
Ho	mg/kgMS	<10	Ti	mg/kgMS	150*
In	mg/kgMS	<10	Tl	mg/kgMS	<10
Ir	mg/kgMS	<10	Tm	mg/kgMS	<10
K	mg/kgMS	630	U	mg/kgMS	<10
La	mg/kgMS	15*	V	mg/kgMS	86
Li	mg/kgMS	<10	W	mg/kgMS	34
Lu	mg/kgMS	n.q	Y	mg/kgMS	18*
Mg	mg/kgMS	560	Yb	mg/kgMS	<10
Mn	mg/kgMS	1000	Zn	mg/kgMS	26
Mo	mg/kgMS	<10	Zr	mg/kgMS	<10
Na	mg/kgMS	28			
Nb	mg/kgMS	<10			

n.d : non detectable Annexe 1 du rapport

n.q : non quantifiable (traceur)

* les contrôles ne rentrent pas dans les exigences de la méthode

WESSLING

Laboratoires WESSLING S.A.R.L.
Z.I. de Chesnes Tharabie · 40 rue du Ruisseau
BP 50705 · 38297 Saint-Quentin-Fallavier
Tél. +33 (0)4 74 99 96 20 · Fax +33 (0)4 74 99 96 37
labo@wessling.fr · www.wessling.fr

Rapport d'essai
Projet : Saint Quentin fallavier le 08/10/2019

Screening ICP-MS **Valeurs données avec une précision de +/- 50%**

après minéralisation à l'eau régale

N°-labo		V1-19-160977-03			V1-19-160977-03
Identification		**V2**			**V2**
Ag	mg/kgMS	<10	Nd	mg/kgMS	<10
Al	mg/kgMS	3900	Ni	mg/kgMS	<10
As	mg/kgMS	<10	Os	mg/kgMS	<10
Au	mg/kgMS	n.q	P	mg/kgMS	<160
B	mg/kgMS	<10	Pb	mg/kgMS	<10
Ba	mg/kgMS	15	Pd	mg/kgMS	<10
Be	mg/kgMS	<4	Pr	mg/kgMS	<10
Bi	mg/kgMS	<10	Pt	mg/kgMS	<10
Ca	mg/kgMS	35000*	Rb	mg/kgMS	<10
Cd	mg/kgMS	<1	Re	mg/kgMS	<10
Ce	mg/kgMS	<10	Ru	mg/kgMS	<10
Co	mg/kgMS	<10	Rh	mg/kgMS	n.q
Cr	mg/kgMS	28	S	mg/kgMS	<10
Cs	mg/kgMS	<10	Sb	mg/kgMS	<10
Cu	mg/kgMS	21	Sc	mg/kgMS	n.q
Dy	mg/kgMS	<10	Se	mg/kgMS	<10
Er	mg/kgMS	<10	Si	mg/kgMS	520
Eu	mg/kgMS	<10	Sm	mg/kgMS	<10
Fe	mg/kgMS	23000	Sn	mg/kgMS	<10
Ga	mg/kgMS	<10	Sr	mg/kgMS	23
Gd	mg/kgMS	<10	Ta	mg/kgMS	<10
Ge	mg/kgMS	<10	Tb	mg/kgMS	<10
Hf	mg/kgMS	<10	Te	mg/kgMS	<10
Hg	mg/kgMS	<1	Th	mg/kgMS	<10
Ho	mg/kgMS	<10	Ti	mg/kgMS	290*
In	mg/kgMS	<10	Tl	mg/kgMS	<10
Ir	mg/kgMS	<10	Tm	mg/kgMS	<10
K	mg/kgMS	200	U	mg/kgMS	<10
La	mg/kgMS	<10	V	mg/kgMS	59
Li	mg/kgMS	<10	W	mg/kgMS	<10
Lu	mg/kgMS	n.q	Y	mg/kgMS	<10
Mg	mg/kgMS	480	Yb	mg/kgMS	<10
Mn	mg/kgMS	57	Zn	mg/kgMS	<10
Mo	mg/kgMS	<10	Zr	mg/kgMS	<10
Na	mg/kgMS	54			
Nb	mg/kgMS	<10			

n.d : non detectable Annexe 1 du rapport

n.q : non quantifiable (traceur)

* les contrôles ne rentrent pas dans les exigences de la méthode

WESSLING

Laboratoires WESSLING S.A.R.L.
Z.I. de Chesnes Tharabie · 40 rue du Ruisseau
BP 50705 · 38297 Saint-Quentin-Fallavier
Tél. +33 (0)4 74 99 96 20 · Fax +33 (0)4 74 99 96 37
labo@wessling.fr · www.wessling.fr

Rapport d'essai
Projet : Saint Quentin fallavier le 08/10/2019

Screening ICP-MS **Valeurs données avec une précision de +/- 50%**

après minéralisation à l'eau régale

N°-labo		V1-19-160977-04			V1-19-160977-04
Identification		**V4**			**V4**
Ag	mg/kgMS	<10	Nd	mg/kgMS	<10
Al	mg/kgMS	5700	Ni	mg/kgMS	<10
As	mg/kgMS	<10	Os	mg/kgMS	<10
Au	mg/kgMS	n.q	P	mg/kgMS	<220
B	mg/kgMS	<10	Pb	mg/kgMS	<10
Ba	mg/kgMS	13	Pd	mg/kgMS	<10
Be	mg/kgMS	<4	Pr	mg/kgMS	<10
Bi	mg/kgMS	<10	Pt	mg/kgMS	<10
Ca	mg/kgMS	<1000	Rb	mg/kgMS	<10
Cd	mg/kgMS	<1	Re	mg/kgMS	<10
Ce	mg/kgMS	<10	Ru	mg/kgMS	<10
Co	mg/kgMS	<10	Rh	mg/kgMS	n.q
Cr	mg/kgMS	19	S	mg/kgMS	<10
Cs	mg/kgMS	<10	Sb	mg/kgMS	<10
Cu	mg/kgMS	14	Sc	mg/kgMS	n.q
Dy	mg/kgMS	<10	Se	mg/kgMS	<15
Er	mg/kgMS	<10	Si	mg/kgMS	620
Eu	mg/kgMS	<10	Sm	mg/kgMS	<10
Fe	mg/kgMS	33000	Sn	mg/kgMS	<10
Ga	mg/kgMS	<10	Sr	mg/kgMS	<10
Gd	mg/kgMS	<10	Ta	mg/kgMS	<10
Ge	mg/kgMS	<10	Tb	mg/kgMS	<10
Hf	mg/kgMS	<10	Te	mg/kgMS	<10
Hg	mg/kgMS	<1	Th	mg/kgMS	<10
Ho	mg/kgMS	<10	Ti	mg/kgMS	150*
In	mg/kgMS	<10	Tl	mg/kgMS	<10
Ir	mg/kgMS	<10	Tm	mg/kgMS	<10
K	mg/kgMS	150	U	mg/kgMS	<10
La	mg/kgMS	<10	V	mg/kgMS	57
Li	mg/kgMS	<10	W	mg/kgMS	<10
Lu	mg/kgMS	n.q	Y	mg/kgMS	<10
Mg	mg/kgMS	68	Yb	mg/kgMS	<10
Mn	mg/kgMS	34	Zn	mg/kgMS	<10
Mo	mg/kgMS	<10	Zr	mg/kgMS	<10
Na	mg/kgMS	19			
Nb	mg/kgMS	<10			

n.d : non detectable Annexe 1 du rapport

n.q : non quantifiable (traceur)

* les contrôles ne rentrent pas dans les exigences de la méthode

Annexe 2 : Rapport d'étude géotechnique, surélévation du bassin de résidus, réflexions sur l'évolution du site (Mine&Avenir, août 2021)

MINE & AVENIR

Ingénierie géologique géotechnique et minière

GEOLOGIE, GEOTECHNIQUE, MINES ET ENVIRONNEMENT

RAPPORT D'ETUDE GEOTECHNIQUE

SURELEVATION DU BASSIN DE RESIDUS
REFLEXIONS SUR L'EVOLUTION DU SITE



SITE MINIER DE REPENTIR

COMMUNE DE SAUL

UNION MINIERE DE SAUL	
Réf. : RP-973/1268/01	**AOÛT 2021**

IDM TETHYS

Chemin du Calvaire, route de Bourda, 97300 CAYENNE

Mobiles : 0694002313 - 0607057470 roc2@wanadoo.fr idmtethys@yahoo.com

SARL au capital de 10.000 € RCF Cayenne 537 834 442 NAF 7112b

MINE & AVENIR
Ingénierie géologique géotechnique et minière

GEOLOGIE, GEOTECHNIQUE, MINES ET ENVIRONNEMENT

Cayenne,
le 12 Août 2021

RAPPORT D'ETUDE GÉOTECHNIQUE

Nos Réf. : RP-973/1268/01

SITUATION : Bassins de contention des résidus, site minier de Repentir, commune de SAUL.

OBJET : Étude géotechnique des travaux de surélévation des bassins de résidus et réflexions sur l'évolution du site.

DEMANDEUR : M. Gauthier HORTH, co-gérant, pour le compte de l'UNION MINIERE DE SAUL, PK 8,5, RN2, 97351 MATOURY.

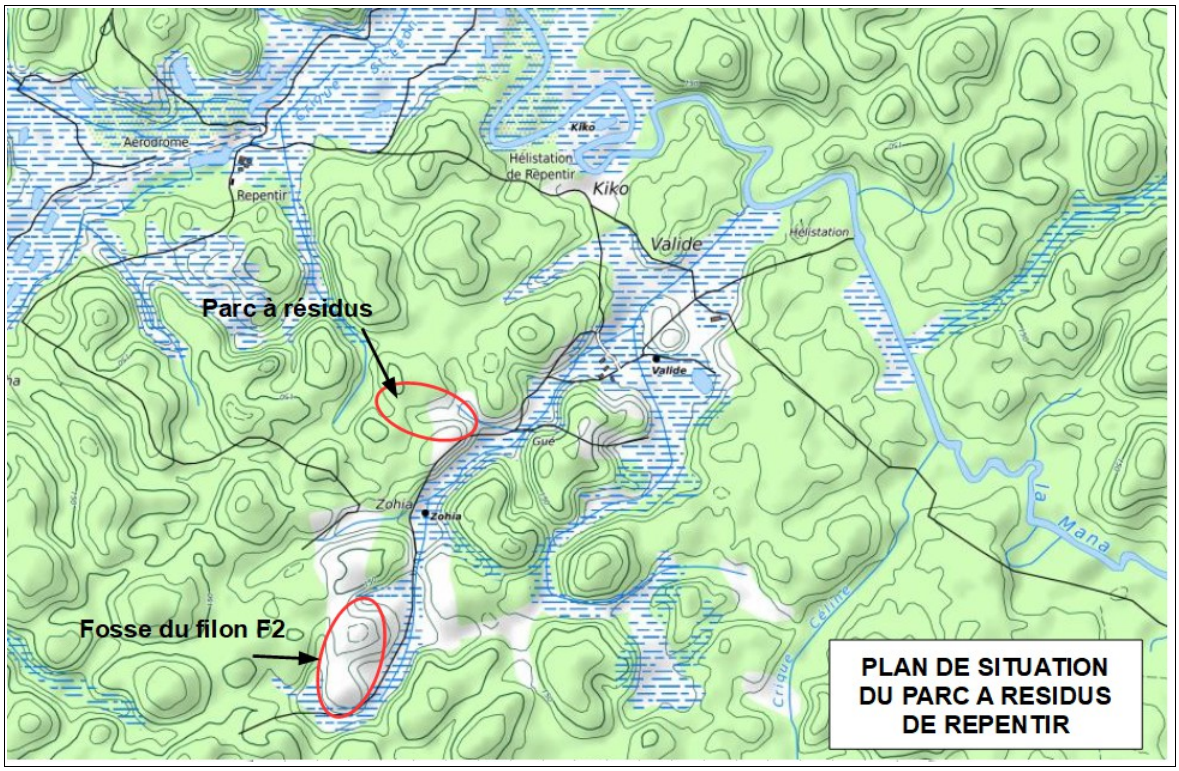
SOMMAIRE

1.INTRODUCTION - PRINCIPE DE L'INTERVENTION.....3
2. SURELEVATION DU BASSIN DE RESIDUS.....7
2.1 Principe des travaux de surélévation des bassins n°2 et 3 :.....7
2.2 Surélévation de la digue D2.....9
3. CREATION D'UN NOUVEAU BASSIN DE RESIDUS.....12
3.1 Principe de la création d'un nouveau bassin 12
3.2 Création d'une digue nouvelle D5 13
3.3 Circuit des eaux.....15
3.4 Canal de retour des eaux 15
3.5 Envoi des résidus au bassin n°5.....15
3.6 Digues latérales.....16
4. CONCLUSIONS.....17

IDM TETHYS
Chemin du Calvaire, route de Bourda, 97300 CAYENNE
Mobiles : 0694002313 - 0607057470 roc2@wanadoo.fr idmtethys@yahoo.com
SARL au capital de 10.000 € RCF Cayenne 537 834 442 NAF 7112b

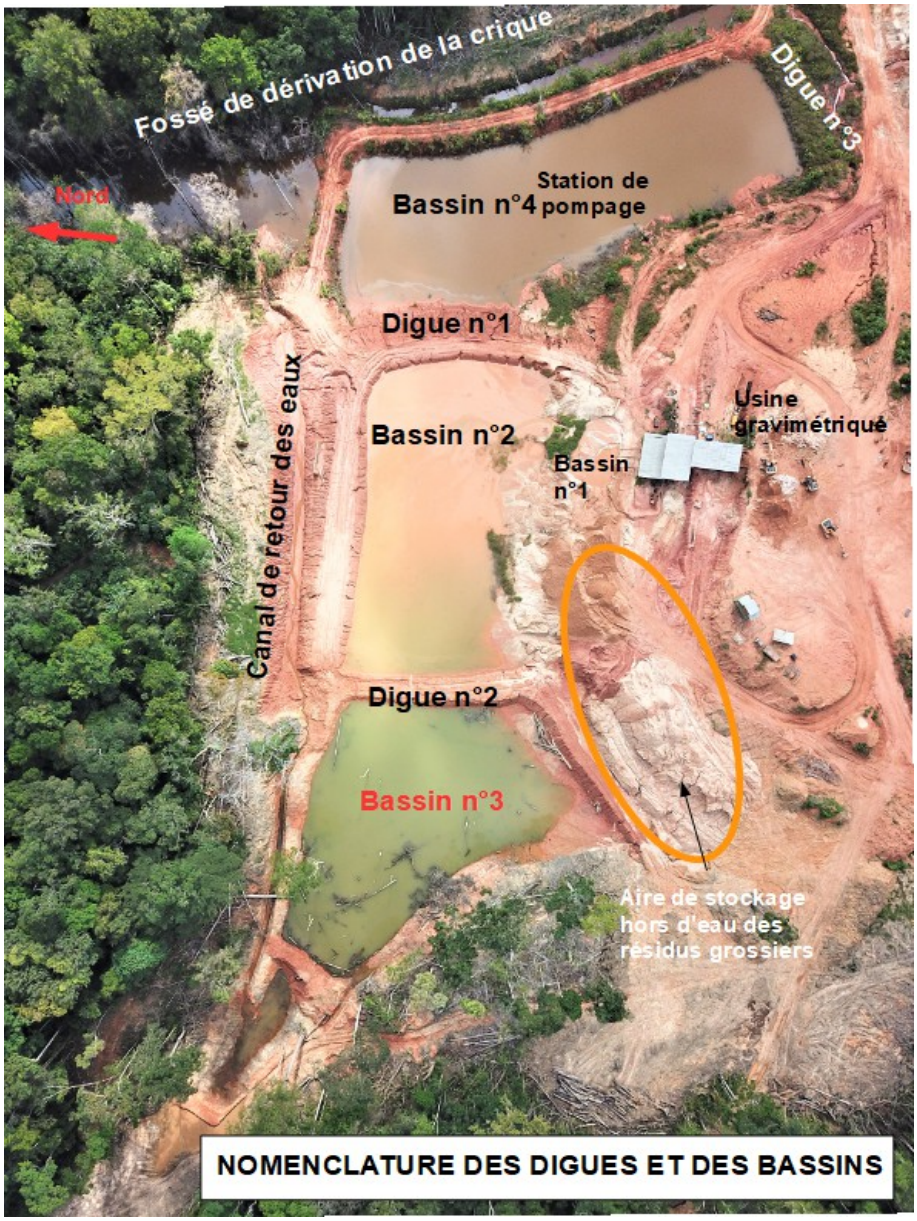
1.INTRODUCTION - PRINCIPE DE L'INTERVENTION

Le parc à résidus de l'exploitation minière de Repentir se localise au Nord de la fosse du filon F2 en rive gauche de la crique Poto. Mis en place en 2012, le site est ensuite demeuré longtemps inactif puis a été remis en service au début de l'année 2019.



Ce parc à résidus reçoit les rejets de l'usine gravimétrique installée à flanc de coteau et se trouve installé au droit d'un criquot de très faible bassin versant ; il comporte :

- un bassin de décantation préliminaire (bassin n°1) ; ce bassin de faible volume (environ 300 m^3) reçoit la fraction grossière des résidus sableux. Il se trouve purgé très régulièrement pour alimenter un site de stockage des résidus hors d'eau en vue d'un nouveau passage en laverie ;
- un large bassin de décantation primaire des résidus (bassin n°2), limité au Nord par la digue D1 et au Sud par la digue D2, simple levée de terre ralentissant le circuit des eaux qui s'écoulent vers le bassin n°3. L'étanchéité du bassin est assurée principalement par le terrain naturel, notamment au droit des zones en eau ;
- un bassin de décantation secondaire (bassin n°3), limité en aval par le terrain naturel ;
- un canal de retour des eaux décantées longeant le flanc Ouest des bassins n°2 et 3 ;
- et enfin un bassin d'eau claires (bassin n°4) limité en aval (Est) par la digue D3, d'où les eaux décantées sont pompées vers l'usine.



Le site a fait l'objet de différents rapports d'étude de notre part lors des différentes étapes de la vie des ouvrages avec :

- la conception des bassins (rapport RP-973/1001/02 de janvier 2012) ;
- la remise en route du site (apport RP-973/1998/05 du 4 juillet 2019 ;
- les visites de suivi de l'état des bassins et de leurs évolutions (rapports réf. RP-973/1203/02 de septembre 2019 et réf. RP-973/1231/01 d'octobre 2020).

Le bassin de rétention des résidus approchant de la saturation nous avons examiné ici les capacités d'évolution du site avec la surélévation des digues.

Par ailleurs, une réflexion est amorcée concernant les possibilités de développements futurs pour la poursuite du stockage des résidus une fois le bassin actuel saturé.

Il s'agit d'une mission G5-G2 suivant la norme de classification des missions géotechniques types (NFP94-500 de novembre 2013).

En l'absence de plan topographique, les longueurs et hauteurs fournies demeurent estimatives.



Vue aérienne de l'usine et du bassin n°1 avec la zone de stockage hors d'eau en partie droite de la photo.

2. SURELEVATION DU BASSIN DE RESIDUS

2.1 Principe des travaux de surélévation des bassins n°2 et 3 :

Le site peut permettre actuellement la réalisation d'une surélévation modérée, de l'ordre de 2 m, afin de ne pas trop s'approcher de la cote de l'exutoire du bassin n°1.

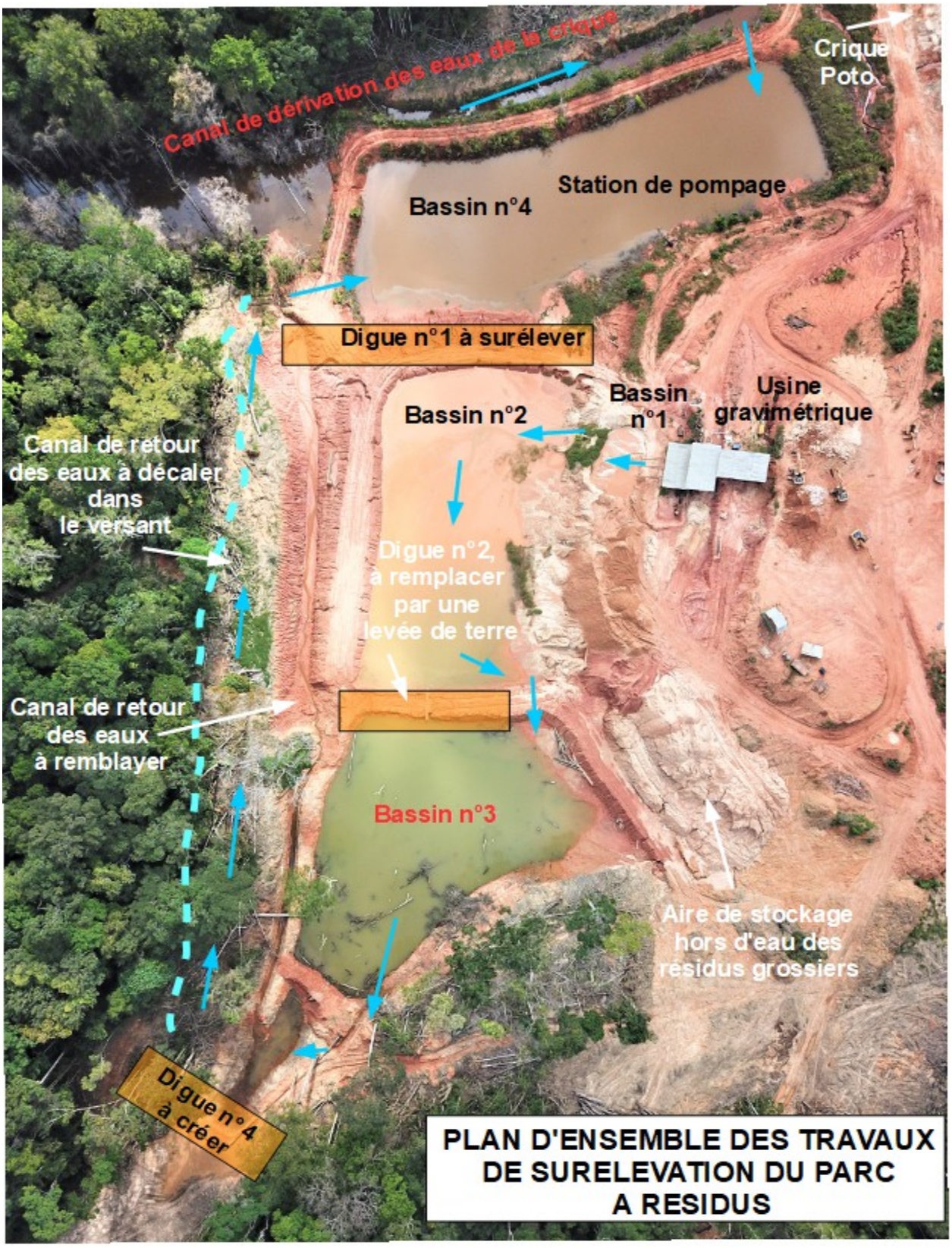


État du bassin n°1 en avril 2021. Noter à gauche de la photo le rejet des résidus depuis la bassin n°1

Cette surélévation modérée va nécessiter :

- la surélévation de la digue D1 ;
- le décalage dans le versant du canal de retour des eaux décantées vers le bassin d'eaux claires ;
- la création d'une digue de faible hauteur en partie Ouest à l'extrémité du bassin n°3 (digue D4).

Le fonctionnement global du bassin, avec notamment le principe du circuit d'eau, ne s'en trouvera pas modifié, et le bassin d'eaux claires n°4 comme la digue D3 demeureront inchangés.
La digue n°2 ne sera plus nécessaire, mais on pourra éventuellement conserver à son emplacement une levée de terre retenant les résidus sans véritable rôle de rétention.


Canal de dérivation des eaux de la crique
Crique Poto
Station de pompage
Bassin n°4
Digue n°1 à surélever
Bassin n°2
Bassin n°1
Usine gravimétrique
Canal de retour des eaux à décaler dans le versant
Digue n°2, à remplacer par une levée de terre
Canal de retour des eaux à remblayer
Bassin n°3
Aire de stockage hors d'eau des résidus grossiers
Digue n°4 à créer
PLAN D'ENSEMBLE DES TRAVAUX DE SURELEVATION DU PARC A RESIDUS

2.2 Surélévation de la digue D2

La digue D2 a reçu une première surélévation en 2020 réalisée par la méthode amont, avec construction d'une nouvelle tranche de la digue « à cheval » sur la digue initiale et le s résidus du bassin.

Géométrie de la digue

La surélévation sera réalisée par ***la méthode amont***, c'est à dire en construisant une nouvelle digue « à cheval » sur la digue existante et les résidus du bassin. Cette démarche est permise ici par le caractère hors d'eau des résidus au droit de la bordure amont de la digue D1, et par le dépôt des résidus grossiers contre cette digue, proche du point de déversement depuis le bassin n°1.
La surélévation vers l'amont reposera ainsi pour partie sur les résidus ; on respectera un décalage de 2 m d'avec le bord aval de la digue actuelle selon le schéma ci-dessous.

On respectera un ***largeur en tête minimale de 6 m*** afin de permettre le passage des engins en cas de nécessité (purge du canal, intervention sur digue, etc.) et des ***pentes des talus amont et aval de 1/1***, soit une emprise au sol de 10 m environ.

Construction du corps de digue

Avant tous autres travaux, on procédera au ***comblement par des remblais compactés du canal de retour des eaux*** existants afin de permettre l'extension de la digue vers le Nord ; en phase provisoire, ce canal pourra être maintenu par busage sous ce remblai.

A des fins économiques, notamment en terme de transport, on pourra utiliser les produits de terrassement du nouveau canal de retour des eaux (cf ci-dessous) pour la construction du corps de digue.

On procédera à une ***scarification de la surface*** de la digue, avec les dents de la pelle ou à la charrue, avant la mise en place de la première couche de remblai.
Après purge des termes médiocres superficiels, (en particulier du coté Sud), on assurera ***un ancrage latéral de la digue*** dans le terrain naturel à ses extrémités Nord et Sud ; cet ancrage ne sera nulle pat inférieur à 1,5 m afin d'éviter les fuites par contournement.

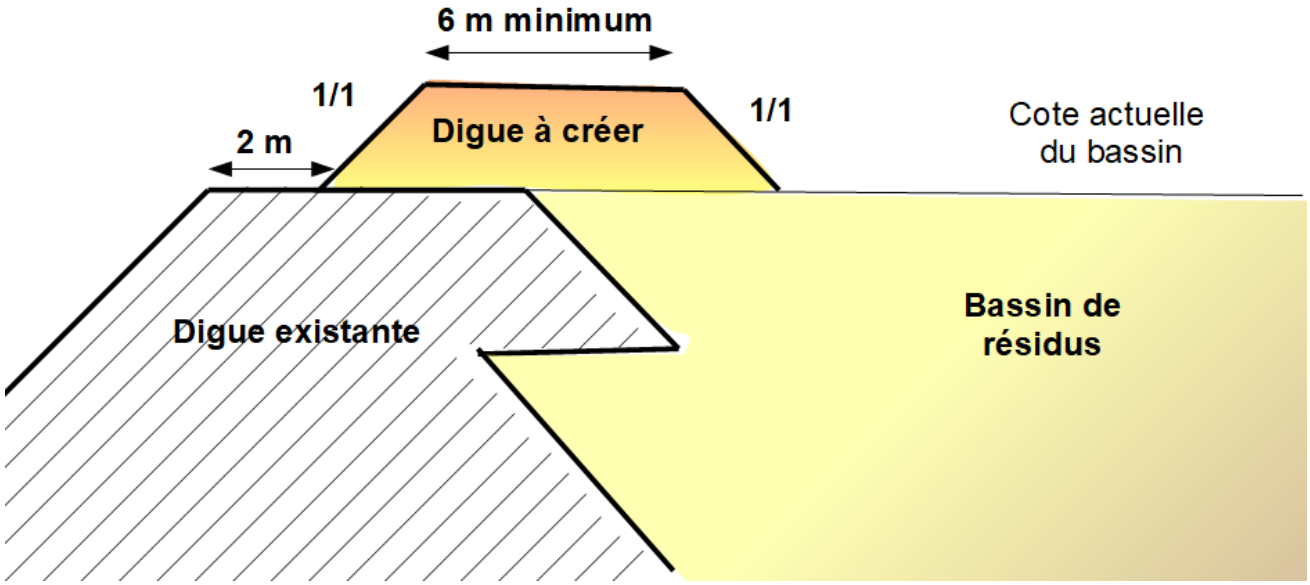
Le remblai sera mis en place par couches de 0,40 m au maximum avec 4 passes du compacteur (une passe = un aller-retour) ; il convient ici de compacter jusqu'en bord de talus sans laisser de marge.
Le compactage s'effectuera au train de chenille en l'absence de compacteur sur le site, avec décalage d'une largeur de chenille à chaque passage.

On réalisera une fermeture du remblai au compacteur à chaque interruption du chantier (pluie, fin de journée, week-end, etc.) avec scarification de la surface compactée avant reprise du chantier.

On veillera lors de tout arrêt de chantier à donner à la surface de la digue une légère pente déversante vers l'aval afin d'y éviter les stagnations.

En cas d'imbibition des matériaux par les précipitations en cours de chantier, il conviendra soit de purger la couche avec stockage provisoire le temps du ressuyage, soit de la scarifier avec arrêt du chantier le temps du séchage, si la météo est compatible avec cette opération.

PRINCIPE DE LA SURELEVATION DE LA DIGUE D1



Il est probable qu'une fissuration longitudinale modérée du remblai apparaisse par suite du tassement sous charge des résidus. Ces tassements devraient apparaître rapidement (en cours de travaux) et n'être que peu évolutifs dans le temps ; on s'assurera ainsi du bon état de l'ouvrage avec une phase de compactage complémentaire quelques jours après achèvement des travaux.

D'une façon générale, on veillera à ***conserver la végétalisation existante*** du talus aval de la digue D2, qui avait été détruite lors de la première phase de surélévation.

Création d'une nouvelle digue D4 à l'Ouest

Cet ouvrage ne posera pas de souci particulier pour sa construction, et le site permet de réaliser des travaux entièrement hors d'eau.

On veillera à purger les termes médiocres du sol sur toute sa largeur de fondation et sur ses bordures latérales ; de plus, on réalisera un ancrage latéral dans les versants de part et d'autre de façon à assurer la bonne étanchéité de l'ouvrage

(absence de contournement sous fondation ou de contournements latéraux).
Sa hauteur, sans doute de l'ordre de 3 m (à préciser) pour une longueur de 30 à 35 m environ, pourra être un peu supérieure à celle de la surélévation de la digue D1 en raison de la pente générale du bassin vers le Sud.

On retiendra dans une première approche un ouvrage avec une largeur en tête de 4 m et des pentes de talus de 1/1, soit une emprise de 10 m à sa base.

Le canal de retour des eaux
Le fossé de retour se trouve actuellement creusé profondément de façon intempestive et sans nécessité et ce point va conduire à des démarches complexes.
Il sera difficile en effet ici de surélever la digue existante le long de ce fossé, c'est à dire du coté Ouest du bassin n°2
Nous conseillons ici de décaler le fossé plus en amont dans le versant, avec un creusement à une cote qui ne soit pas exagérément profonde et compatible avec le retour des eaux depuis la digue D4. Ce creusement sera bien sûr effectué entièrement en déblai dans le terrain naturel.
Au droit de l'emprise de l'extension Nord de la digue, on comblera le fossé existant avec les matériaux saprolitiques compactés issus du terrassement du nouveau fossé immédiatement en contre-haut. Le reste du fossé pourra être comblé par simple déversement depuis l'amont.

La gestion du retour des eaux demeurera comparable à celle mise en place actuellement avec renvoi des eaux dans le bassin n°4 immédiatement en aval de la digue D2 surélevée.

Remarques :
Une fois le bassin arrivé à saturation et son fonctionnement abandonné, ce canal pourra voir sa pente inversée de façon à rejeter les eaux du versant hors du périmètre des parcs à résidus.

Il pourrait être utile de réaliser régulièrement des prélèvements de résidus dans les bassins afin de déterminer leurs teneurs en or sans avoir à y réaliser des sondages dans l'avenir.

Les mesures correctives déjà définies dans nos rapports de visite demeurent actualité.

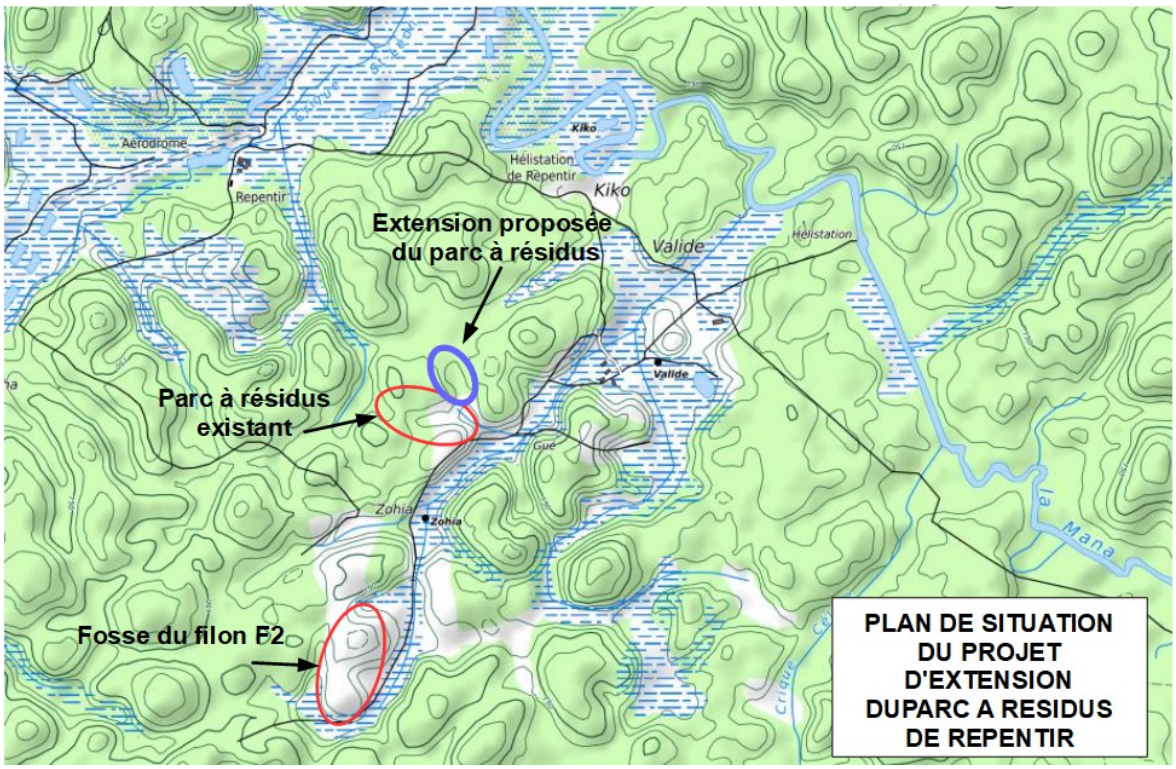
3. CREATION D'UN NOUVEAU BASSIN DE RESIDUS

3.1 Principe de la création d'un nouveau bassin

Nous avons ainsi examiné la création d'un nouveau bassin de décantation des eaux de procédé et de stockage des résidus (bassin n°5) qui soit aussi proche que possible du site actuel.
Une extension, ou la création du nouveau bassin, dans la crique plus à l'Ouest du parc actuel est envisageable, mais apparaît difficile avec, outre qu'elle conduit à s'installer sur un bassin versant hydraulique distinct, les questions d'envoi puis de retour des eaux vers le bassin n°4 et l'usine.

Nous proposons ici de retenir le secteur situé au Nord-Ouest du bassin d'eaux claires (bassin n°4), c'est à dire la partie amont du criquot actuellement occupé par ce bassin.
Le site, qui correspond à une tête de crique, pourra aisément recevoir un bassin de résidus avec une bonne étanchéité naturelle.

Cette démarche présente ici l'avantage d'un renvoi gravitaire des eaux décantées et de permettre de conserver le bassin d'eaux claires tel qu'actuellement, bien implanté et qui fonctionne correctement.



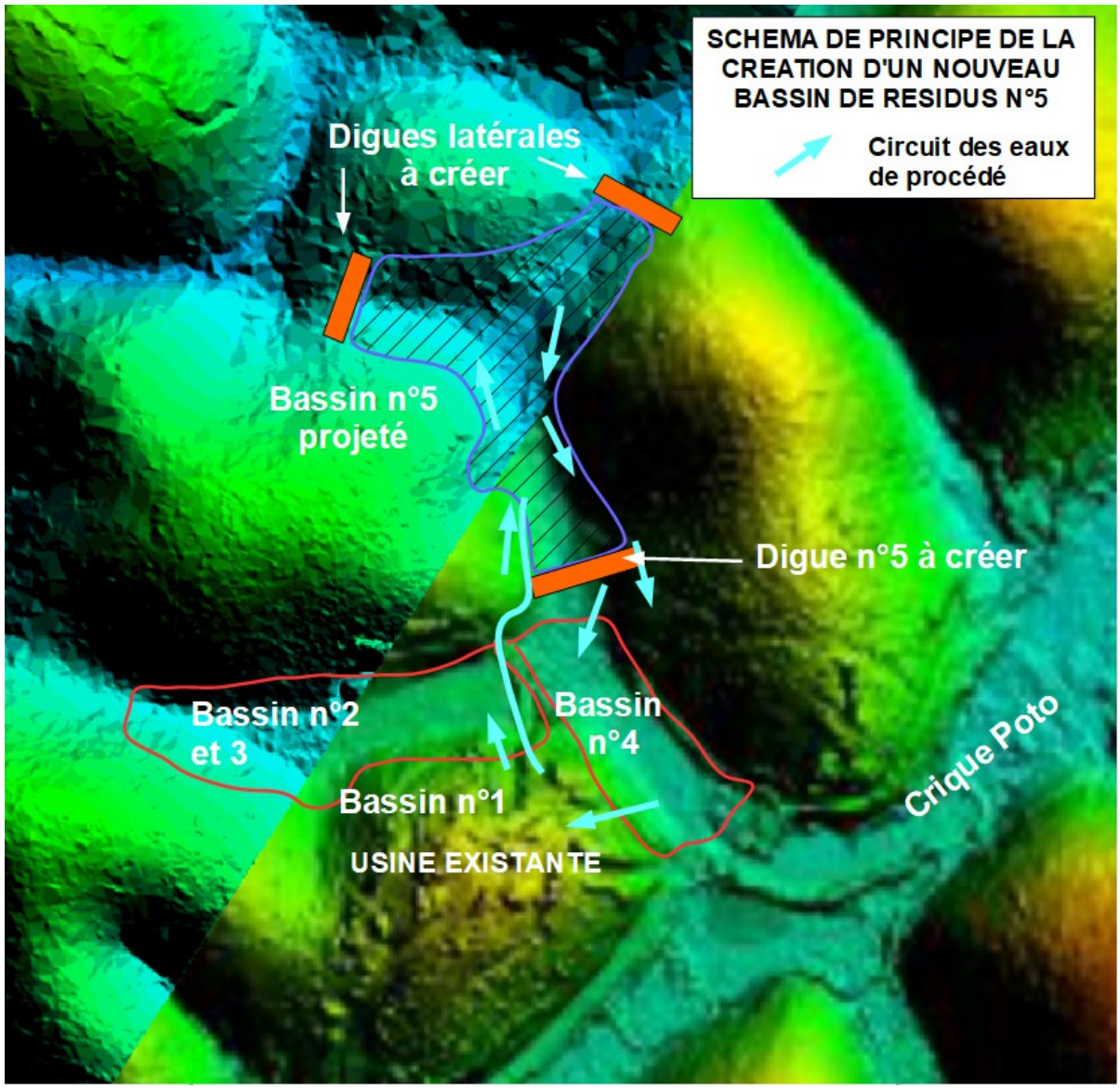
Sur le plan environnemental, ce projet a l'avantage de concerner le même bassin versant que le bassin actuel et de ne pas risquer d'envoyer des eaux sur bassin versant distinct du parc à résidus actuel.

Enfin, ce projet n'occulte pas une future exploitation du filon F9 voisin situé au Nord du bassin n°4. Il conviendra cependant d'envisager une reconnaissance par tranchées sur le site afin de s'assurer qu'il n'abrite de minéralisation.

Le fossé existant en bordure Nord de ce bassin sera conservé en l'état et jouera un rôle de fossé de colature des eaux du versant.
Ce bassin va nécessiter la création :

- d'une digue de rétention des résidus en aval ;
- d'un canal de retour des eaux vers le bassin d'eaux claires ;
- d'un dispositif d'envoi des résidus de l'usine vers le bassin ;
- et éventuellement, en fonction des cotes retenues pour la création de la digue, la réalisation de petites digues latérales en partie amont du site au droit de collets topographiques.

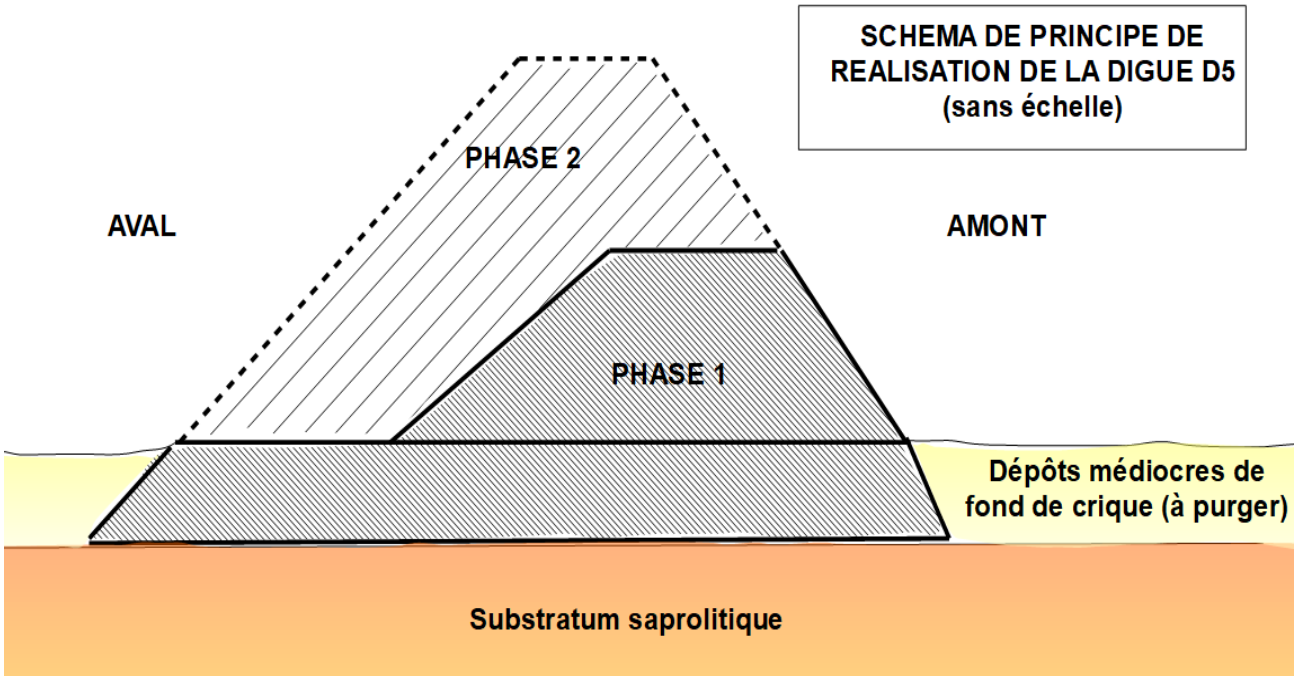
La surface, de l'ordre de 17 000 m², sera fonction de la position exacte de la digue de rétention des résidus en aval.



3.2 Création d'une digue nouvelle D5

Cette digue sera implantée en amont de la digue amont du bassin d'eaux claires et à l'endroit le plus étroit possible de la crique mais aussi le plus en aval possible dans le talweg afin d'optimiser la capacité du bassin n°5.

Elle pourra être construite en plusieurs étapes, mais nous conseillons dés le début réaliser de la largeur nécessaire pour qu'une future surélévation intervienne sans rechargement sur les résidus, au moins pour un ouvrage atteignant 8 m de hauteur environ. Au delà, la digue pourra si nécessaire être construite par la méthode amont (surélévation reposant en partie sur les résidus).
Ainsi, si on réalise une première phase de construction à +4 m, l'emprise de la purge en fond de crique devra être compatible avec la largeur à la base d'un ouvrage de 8 m de hauteur.
Nous déconseillons par contre de réaliser une digue de 8 m de hauteur dés le début afin de ne pas exposer inutilement des talus à l'érosion météorique.



La construction de la digue va nécessiter la purge préalable des termes médiocres en fond de criquot ; il conviendra ainsi que les eaux de procédé actuelles soit détournées vers le bassin d'eaux claires n°4 comme prévu dans rapports de visite et que la crique soit aussi asséchée que possible. Ces opérations de la construction de la digue devront intervenir en saison sèche.

Le bassin pourra voir sa capacité accrue par les terrassements de l'emprunt de matériaux destinés à la construction de la digue ; cet emprunt sera ainsi effectué dans l'emprise du bassin mais de façon suffisamment éloigné de cette nouvelle digue afin de n'avoir aucun incidence sur sa stabilité.

En effet, il n'y a pas a priori à espérer des matériaux de meilleures caractéristiques géotechniques dans l'environnement du site (absence de latérites, faible tranche de sol ferralitisée, etc..)

3.3 Circuit des eaux dans le bassin

Le point de rejet des eaux de procédé sera localisé sur le versant au Sud du bassin et proche de la digue, de façon à ce que les eaux soient rejetées en fond de bassin dans les zones de bonne étanchéité naturelle et que le talus amont de la digue reçoive d'abord les résidus grossiers. Cet aspect permettra plus aisément de fonder une éventuelle surélévation de la digue dans l'avenir.
En effet, un telle démarche par la méthode amont, ne sera envisageable que dans la mesure où les résidus auront été déversés derrière la digue (matériaux de meilleures caractéristiques géotechniques pour asseoir les remblais de la surélévation).

3.4 Canal de retour des eaux

Le canal de retour des eaux décantées dans le bassin d'eaux claires sera situé en rive gauche de la crique avec un point de rejet des eaux en bordure Nord de la digue de façon à rejoindre le bassin existant n°4 immédiatement en aval.
Au droit de la digue,ce fossé jouera également le rôle d'évacuateur de crue.
On ménagera dans le versant coté Est un fossé de surverse creusé dans le terrain naturel (évacuateur de crue).

Ce canal de retour pourra être évolutif afin de gérer les temps de séjour des eaux dans le bassin si nécessaire.

3.5 Envoi des résidus au bassin n°5

Le bassin n°1 (résidus grossiers) pourra être conservé, mais il sera difficile a priori d'envisager un renvoi des eaux de procédés et des résidus qui soit gravitaire.
Il y aura ainsi nécessité de mettre en place un dispositif de relevage pour envoyer les résidus sur le nouveau bassin.
Un dispositif de pompage, mis en place dans une cuve métallique de quelques mètres cubes, sera alors installé en aval du bassin de transit n°1. Une solution pourrait résider dans la mise en place d'un cyclonage, avec rejet des éléments grossiers pour un stockage hors d'eau ; le bassin n°2 actuel pourra devenir une plate-forme de stockage des résidus grossiers hors d'eau (si sa portance est suffisante pour la circulation des engins).

3.6 Digues latérales

Ainsi, en fonction de la réalité de la topographie (et notamment lorsqu'un plan topographique sera disponible), et si les besoins de stockage excédent à terme la

contenance de ce nouveau bassin, on pourra examiner sa surélévation mais celle-ci va nécessiter la construction de deux digues latérales au droit de collets topographiques à l'Ouest et au Nord.

La nécessité de ces ouvrages devra être appréhendée une fois des documents topographiques disponibles ; elles ne seront pas utiles a priori dans un premier temps si la hauteur de la digue D5 demeure modérée et devront ainsi être appréhendées en détail dans l'avenir.

3.7 Conclusions

Nous conseillons ici d'anticiper la saturation des ouvrages actuels et de débuter l'aménagement des nouveaux bassins suffisamment tôt

Les digues à créer devront faire l'objet d'une analyse de détail (sondages de reconnaissance, épaisseurs de purges de fondation et latérales, modalités de mise en œuvre, etc.) le moment venu afin d'en définir les contraintes d'exécution et la géométrie.
L'ensemble de ces questionnements devra être réexaminés lorsque des données topographiques seront devenues disponibles.

****

Les éléments de cette étude pourront être examinés lors d'une réunion de travail avec les intervenants techniques de cette affaire.

Le Géologue



Pierre ROSTAN

Le Géotechnicien se tient à la disposition du demandeur pour toutes précisions complémentaires sur la présente étude.

- **DIFFUSION :**
  - UNION MINIERE DE SAUL, M. Gauthier HORTH (pdf).

Annexe 3 : Note de dimensionnement des bassins de décantation (ABO-GEO+, septembre 2023)

Détermination d'une pluie de référence et dimensionnement de bassins de retenue d'eaux pluviales

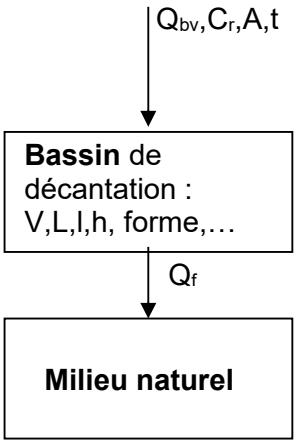
1. METHODE

1.1. PROBLEMATIQUE

Traiter par décantation les eaux souterraines et de l'impluvium pour rabattre le taux de MES en dessous de 35 mg /l, avant rejet de l'eau dans le milieu naturel.

Le dimensionnement du bassin a été réalisé en considérant une pluie décennale.

1.2. LES PARAMETRES



Avec :
A : surface active du bassin versant
t : temps de pluie
C_r : coefficient de ruissellement
Q_{bv} : débit d'arrivée à l'exutoire
Q_f : débit de fuite vers le bassin d'infiltration
V,L,l,h : dimensions du bassin (volume, longueur, …)

1.3. ESTIMATION DE LA PLUIE DE REFERENCE :

Un bassin versant unitaire constitue l'unité géomorphologique (nous traitons ici des eaux de surface) amenant toute goutte de pluie susceptible de ruisseler jusqu'à un exutoire unique.

Pour dimensionner ce bassin, il sera utilisé la **méthode dite des débits** (Guide Technique des Bassins de Retenue d'Eaux Pluviales, Ed. Lavoisier).

Equation de Montana :

$$I = a x t_c^{-b}$$

Avec :

- I : intensité de la pluie de référence (mm/min) ;
- a et b sont les coefficients dits « de Montana ». Ces coefficients sont déterminés pour certaines villes et sont répertoriés dans les tables ci-après ;
- t_c est le temps de concentration (min), *i.e. temps que met une goutte d'eau, tombant sur la partie la plus éloignée de l'exutoire, pour rejoindre celui-ci*.

« Mémento d'assainissement », 1999, ENGEES

Calcul du temps de concentration :

$$t_c = L / (60 \times v)$$

Avec :

- L : longueur (m) la plus grande pour rejoindre l'exutoire ;
- V : vitesse d'écoulement (m/s), en fonction de la pente (répertoriée dans la table ci-après) ;
- t_c : temps de concentration (min).

« Assainissement routier, rétablissement des écoulements naturels », 1995, SCEAUTOROUTE et SILENE

Vitesse d'écoulement en fonction de la pente :

Pente %	V (m/s)
0 à 3	0,30 à 0,45
4 à 7	0,60 à 0,90
8 à 11	0,90 à 1,50
12 à 15	1 à 2,50
	forêts — prairies

Coefficients de Montana :

METEO FRANCE
Toujours un temps d'avance

COEFFICIENTS DE MONTANA

Formule des hauteurs − Méthode du renouvellement

Statistiques sur la période 1997 − 2009

ROCHAMBEAU (973)

Indicatif : 97307001, alt : 4 m., lat : 4°49'18"N, lon : 52°21'54"W

La formule de Montana permet, de manière théorique, de relier une quantité de pluie **h(t)** recueillie au cours d'un épisode pluvieux avec sa durée **t :**

$$h(t) = a \times t^{(1-b)}$$

Les quantités de pluie h(t) s'expriment en millimètres et les durées t en minutes.
Les coefficients de Montana (a,b) sont calculés par un ajustement statistique entre les durées et les quantités de pluie ayant une durée de retour donnée.

Cet ajustement est réalisé à partir des pas de temps (durées) disponibles entre 15 minutes et 2 heures.
Pour ces pas de temps, la taille de l'échantillon est au minimum de 11 années.

Coefficients de Montana pour des pluies de durée de 15 minutes à 2 heures

Durée de retour	a	b
5 ans	4.833	0.401
10 ans	5.026	0.379
20 ans	5.146	0.353
30 ans	5.227	0.339
50 ans	5.324	0.321
100 ans	5.455	0.296

Edité le : 07/07/2011

N.B. : La vente, redistribution ou rediffusion des informations reçues,
en l'état ou sous forme de produits dérivés, est strictement interdite sans l'accord de METEO−FRANCE

Direction de la Production
42 avenue Gustave Coriolis 31057 Toulouse Cedex
Fax : 05 61 07 80 79 − Email : climatheque@meteo.fr

1.4. DEBITS A CONSIDERER :

Cette **Méthode des Débits** permet de calculer le débit de pointe décennal (Q_{100}) à l'exutoire du bassin versant (donc à l'entrée du bassin de décantation) :

$$Q_{100\ (m^3/s)} = 1/6.Cr.I.A$$

Avec :

Q_{100} : débit décennal (m^3/s)
Cr : coefficient de ruissellement
I : intensité de la pluie (mm/min) pour une durée égale au temps de concentration
A : surface du bassin versant considéré (ha)
1/6 : facteur de conversion pour obtenir un débit en m^3/s à partir d'une surface en ha et d'une intensité pluviométrique en mm/min

L'intensité de la pluie est donnée par l'**Equation de Montana**
« Mémento d'assainissement », 1999, ENGEES
« Guide technique des bassins de retenue d'eaux pluviales », Ed. LAVOISIER

Coefficients de ruissellement :

Nature de la surface	Coefficient de ruissellement
Pavage, pistes ciment	0,70 ≤ C ≤ 0.95
Sols imperméables avec végétation : Pente ≤ 2% Pente # 2 à 7% Pente ≥ 7%	 0,13 ≤ C ≤ 0,18 0,18 ≤ C ≤ 0,25 0,25 ≤ C ≤ 0,35
Sols perméables avec végétation : Pente ≤ 2% Pente # 2 à 7% Pente ≥ 7%	 0,05 ≤ C ≤ 0,10 0,10 ≤ C ≤ 0,15 0,15 ≤ C ≤ 0,20
Sol terreux compact dénudé : Pente ≤ 2% Pente # 2 à 7% Pente ≥ 7%	0,27 ≤ C ≤ 0,35 0,35 ≤ C ≤ 0,40 0,40 ≤ C ≤ 0,63

Source : D.Bellefleur- Cours d'Assainissement- ENGEES

Le débit de fuite (Qf) est fixé à 10 L/s/ha ou 0,01 $m^3/s/ha$.

1.5. VOLUME DE STOCKAGE

Le **temps de séjour Ts** nécessaire à obtenir une décantation satisfaisante (90% des particules en suspension) sera ici de **20 minutes** environ.

Le temps de séjour permet de calculer le **volume de stockage :**

$$Vs = (Q_{100}-Qf)*Ts$$

Remarques :

- Pour favoriser une bonne décantation, la longueur du bassin doit être au moins trois fois plus grande que sa largeur ;
- Pour s'assurer de la bonne décantation des bassins, la vitesse d'écoulement dans le bassin (débit d'entrée/section du bassin) doit être inférieure à 0,1 m/s.

2. APPLICATION AU PROJET

2.1. ESTIMATION DU DEBIT CENTENNAL DE RUISSELLEMENT SUR LES BASSINS VERSANTS DES DIFFERENTES UNITES DE DECANTATION

La ville la plus proche dont les coefficients de Montana ont été définis est la ville de Cayenne, soit, pour un épisode orageux exceptionnel (période de retour de 100 ans) d'une durée allant de 15 min à 120 min :

a=5,455
b=0,296

Bassins versants	Surface du bassin versant (ha)	L (longueur en m la plus grande pour rejoindre l'exutoire)	V (m/s) pente de 4 à 7%	tc (min)	Intensité (mm/min) pour une pluie d'une durée égale au temps de concentration (pente 4-7%)	Q100 (m^3/s)
Verse R-V04-05 S1	4,97	415	0,9	7,7	3,0	**1,48**
Verse R-V04-05 S2	1,52	90	0,9	1,7	4,7	**0,71**
Verse R-V04-05 S3	2,25	200	0,9	3,7	3,7	**0,83**
Verse R-V07 S1	7,80	505	0,9	9,4	2,8	**2,19**
Verse R-V07 S2	1,19	196	0,9	3,6	3,7	**0,44**
Verse R-V09 S1	7,79	438	0,9	8,1	2,9	**2,29**
Verse R-V09 S2	0,72	37	0,9	0,7	6,1	**0,44**
Verse R-V09 S3	2,80	292	0,9	5,4	3,3	**0,93**
F12b ext	3,22	268	0,9	5,0	3,4	**1,09**
Verse R-V10 S1	14,61	780	0,9	14,4	2,5	**3,61**
Verse R-V10 S2	0,17	16	0,9	0,3	7,8	**0,13**
Fosse F26	2,52	140	0,9	2,6	4,1	**1,04**
Verse R-V11 S1	8,09	560	0,9	10,4	2,7	**2,21**
Verse R-V11 S2	0,60	40	0,9	0,7	6,0	**0,36**
Verse R-V11 S3	0,17	26	0,9	0,5	6,8	**0,11**

2.2. DIMENSIONNEMENT DU BASSIN DE DECANTATION

Le débit de fuite Qf est fixé à 10 l/s/ha.

Le **temps de séjour Ts** nécessaire à obtenir une décantation satisfaisante (90% des particules en suspension) sera ici de **20 minutes** environ.

Le temps de séjour permet de calculer le **volume de stockage Vs** = (Q_{100}-Qf)*Ts.

Pour les bassins versants avec une surface inférieure à 1 ha, nous ne considérerons pas le débit de fuite (Qf) car le débit centennal est alors inférieur à celui-ci. Ainsi que les dimensions du bassin de décantation :

Bassins versants	Volume de stockage min (m^3)	Profondeur (m)	Surface de bassin (m^2)
Verse R-V04-05 S1	1721	3	574
Verse R-V04-05 S2	839	3	280
Verse R-V04-05 S3	973	3	324
Verse R-V07 S1	2539	3	846
Verse R-V07 S2	518	3	173
Verse R-V09 S1	2651	3	884
Verse R-V09 S2	516	3	172
Verse R-V09 S3	1077	3	359
F12b ext	1272	3	424
Verse R-V10 S1	4162	3	1 387
Verse R-V10 S2	158	3	53
Fosse F26	1213	3	404
Verse R-V11 S1	2552	3	851
Verse R-V11 S2	419	3	140
Verse R-V11 S3	133	3	44

2.3. DIMENSIONNEMENT DES FOSSES DE DERIVATION AMONT

Les fossés de dérivation interceptent les eaux de ruissellement en provenance des versants entourant les installations de stockage des stériles et des résidus gravimétriques. Le dimensionnement est effectué à partir des données de débits provenant des sous-bassins versants associés à chaque installation (voir § p 2.1). Le débit de dimensionnement retenu correspond à un débit de période de retour 100 ans.

Les débits calculés sont compris entre 0,11 et 3,61 m^3/s.

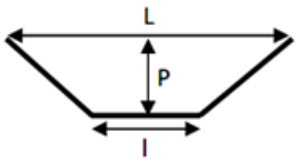
La formule utilisée dans ce contexte est la formule de Manning – Strickler, caractéristique des écoulements à surface libre :

$$Q = K_S \times R_H^{\frac{2}{3}} \times S_H \times I^{\frac{1}{2}}$$

avec :

Q : débit (m^3/s)
Ks : Coefficient de Strickler
Rh : Rayon hydraulique (m)
Sh : Section hydraulique (m^2)
I : Pente (m/m)

De façon à simplifier la réalisation des fossés, une seule section sera appliquée et aura les dimensions suivantes :

	Temps de retour 100 ans
	Profondeur P = 1 m Largeur en fond l = 1 m Pente = 1/1 Largeur en gueule L = 3 m

NB: Afin d'éviter un risque d'érosion trop important, les pentes retenues sont particulièrement raides (1H/1V).

Ainsi, en considérant les hypothèses suivantes :

- Canal de type terre battue, soit un coefficient de Strickler de 35 $m^{1/3}/s$;
- Canal rempli sur les 3/4 de sa hauteur (0,75 m), soit :
    - Une section mouillée de 0,75 m^2 ;
    - Un périmètre mouillé de 4,4 m ;
    - Un rayon hydraulique : surface mouillée/périmètre mouillé de 0,17 m
- Une pente de 0,02 m/m

On obtient un débit de3,64 m^3/s qui est cohérent avec le débit centennal maximum calculé pour les sous-bassins versants des installations de stockage.

Réalisé par :
GéoPlusEnvironnement

Agence Centre et Nord :
49 rue de la Sauge - 45430 CHECY
Tél : 02 38 59 37 19
e-mail : contact@abo-geoplus.fr

Siège Social / Agence Sud :
Le Château
31 290 GARDOUCH
Tél : 05 34 66 43 42

Agence Ouest :
5 chemin de la Rôme - 49 123 CHAMPTOCE-SUR-LOIRE
Tél : 02 41 34 35 82

Agence Sud-Est :
8 Avenue de la Gare - 26 300 ALIXAN
Tél : 04 75 72 80 00

Agence Est :
7 rue du Breuil – 88200 REMIREMONT
Tél : 03 29 22 12 68

Site Internet : www.geoplusenvironnement.com