



AUPLATA S.A.

**Demande d'Autorisation d'Ouverture
de Travaux Miniers (AOTM)
pour la régularisation et l'extension de l'extraction de minerai d'or primaire et
la reprise des rejets gravitaires**

au titre du Code Minier

TOME 2

« MEMOIRE TECHNIQUE »

Mine d'or de Dieu Merci

Commune de St Elie - Guyane Française (973)

Rapport n° R 14071101 - T2 – V4

Mars 2016



La gestion de l'environnement, la reconnaissance du sous-sol
et l'application de la réglementation au service de votre projet.

Site Internet : www.geo-plus-environnement.com

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

[Siège social et Agence Sud](#)
[Agence Sud-Est](#)
[Agence Centre et Nord](#)
[Agence Ouest](#)
[Antenne Est](#)
[Antenne PACA](#)

Le Château	31 290 GARDOUCH	Tél : 05 34 66 43 42 / Fax : 05 61 81 62 80
Quartier Les Sables	26 380 PEYRINS	Tél : 04 75 72 80 00 / Fax : 04 75 72 80 05
2 rue Joseph Leber	45 530 VITRY AUX LOGES	Tél : 02 38 59 37 19 / Fax : 02 38 59 38 14
5 rue de la Rôme	49 123 CHAMPTOCE SUR LOIRE	Tél : 02 41 34 35 82 / Fax : 02 41 34 37 95
7 rue du Breuil	88 200 REMIREMONT	Tél : 03 29 22 12 68 / Fax : 09 70 06 74 23
St Anne	84 190 GIGONDAS	Tél : 06 88 16 76 78 / Fax : 05 61 81 62 80

Site Internet : www.geo-plus-environnement.com

PREAMBULE

La Société **AUPLATA SA** (nouvelle dénomination sociale de la société **TEXMINE**) exploite, depuis plusieurs années, **une mine d'or au lieu-dit Dieu Merci, sur le territoire de la commune de St Elie en Guyane Française (973)**. Cette exploitation porte sur les concessions « Renaissance » et « La Victoire », cédée à AUPLATA par Décret Ministériel du 14 février 1996 et sur la concession « Dieu Merci », cédée à AUPLATA par Décret Ministériel du 22 septembre 1997.

AUPLATA dispose depuis plusieurs années des équipements et installations minières industrielles comprenant : une zone d'extraction du minerai d'or primaire, une installation de broyage et de concentration gravimétrique, des ateliers de maintenance pour les équipements, et un laboratoire.

Actuellement, les travaux miniers couvrent une superficie d'environ 280 ha. Afin d'approvisionner l'usine gravitaire pour les 20 années à venir, AUPLATA souhaite poursuivre et étendre son activité d'extraction du minerai primaire sur les secteurs Virgile, Ovide, et Kerouani.

De plus, la société AUPLATA a investi des sommes importantes et conduit plusieurs études technico-économiques visant à revoir son plan de développement stratégique et à améliorer ses résultats d'exploitation. Lesdites études ont démontré que **le taux de récupération de l'or par des procédés gravimétriques** n'est que de 25 à 30 %. Ainsi, près de 75% de l'or contenu dans le minerai se retrouvent aujourd'hui stockés dans les bassins de rejets gravitaires du site de Dieu Merci. Un axe important d'amélioration des résultats d'exploitation serait donc d'augmenter le taux de récupération de l'or. AUPLATA a donc mené une réflexion sur la mise en œuvre de procédés chimiques de lixiviation pour permettre un **retraitement de ces bassins de rejets gravitaires**. Des essais de cyanuration du rejet des concentrateurs de l'usine de Dieu Merci ont ainsi été réalisés et se sont avérés **très concluants** : la combinaison des procédés gravitaires et de cyanuration permettrait une **récupération de l'or de l'ordre de 96,4 %**.

AUPLATA souhaite donc **repandre les rejets gravitaires** issus de l'installation de broyage et de concentration gravimétrique et stockés dans des bassins afin de les retraiter par cyanuration dans une Usine Modulaire de Traitement de Minerai Aurifère (UMTMA).

Ce dossier concerne donc, au titre du Code Minier :

- ✓ une **demande de régularisation et d'extension de Travaux Miniers existants** (fosses, verses à stériles, pistes, aménagements hydrauliques miniers) afin de poursuivre et développer l'extraction de minerai d'or primaire ;
- ✓ une **demande d'Autorisation d'Ouverture de Travaux Miniers pour la reprise des rejets gravitaires** en vue de leur traitement par cyanuration (bassins de reprise, pistes, stocks temporaires, aménagements hydrauliques miniers). Cette deuxième demande concerne la **reprise des bassins de rejets gravitaires 1 et 2, (6,8 ha)**.

La durée de cette demande est de 20 ans.

Ce Tome 2 constitue le **Mémoire Technique** de cette demande d'autorisation au titre du Code Minier.

SOMMAIRE

1. DONNEES DE BASE SUR LE PROJET	6
1.1. Localisation et surfaces concernées par la demande	6
1.2. Activités concernées par la demande	12
1.3. Productions envisagées	12
1.4. Horaires de fonctionnement	13
2. CARACTERISTIQUES DES GISEMENTS PRIMAIRES ET SECONDAIRES DE DIEU-MERCI	14
2.1. Contexte géologique du gisement primaire	14
2.2. Présentation du gisement secondaire	24
2.3. Synthèse des travaux d’Exploitation.....	26
2.4. Contexte hydrogéologique	26
3. ORGANISATION DU PROGRAMME D’EXTRACTION PRIMAIRE	27
3.1. Justification de la méthode d’exploitation	27
3.2. Localisation des fosses d’extraction	27
3.3. Les accès	27
3.4. Défrichement	29
3.5. Décapage	29
3.6. Chantier d’extraction	29
3.7. Engins nécessaires, installations et équipements annexes	31
3.8. Volumes et tonnages de minerai et de stériles	33
3.9. Traitement par gravimétrie du minerai primaire	33
4. ORGANISATION DU PROGRAMME DE REPRISE DES REJETS GRAVITAIRES	36
4.1. Justification de la méthode d’exploitation	36
4.2. Localisation des bassins de rejets gravitaires à réexploiter	37
4.3. Défrichement	37
4.4. Décapage	37
4.5. Accès aux bassins de rejets gravitaires	37
4.6. Chantiers d’extraction.....	38

4.7. Engins nécessaires à l’exploitation minière	38
4.8. Gestion des stériles issus de l’exploitation	40
4.9. Volumes et tonnages rejets gravitaires	40
4.10. Pérennité des digues des bassins 1 et 2.....	40
4.11. Traitement par cyanuration des rejets gravitaires	42
5. CHRONOGRAMME DU PROJET MINIER	44
6. GESTION DES EAUX DU SITE	48
6.1. Fosses d’extraction	48
6.2. Verses à stériles.....	48
6.3. Pistes.....	50
6.4. Bassins de rejets gravitaires	50
6.5. Plateforme de stockage temporaire des rejets gravitaires	51
6.6. Aménagement des bassins de décantation	51
7. REMISE EN ETAT DU SITE.....	54
7.1. Devenir des bassins de rejets gravitaires 1 et 2.....	54
7.2. Devenir des fosses d’extraction et des verses à stériles.....	54
7.3. Végétalisation.....	56
7.4. Remise en état finale.....	56
8. TABLEAU RECAPITULATIF DES DONNEES CHIFFREES ESSENTIELLES DU PROJET	57

FIGURES

Figure 1 :	Localisation du site au 1/50 000	7
Figure 2 :	Localisation des bassins de rejets gravitaires, des fosses d'extraction, et des verses à stériles du site de Dieu Merci	9
Figure 3 :	Photos du site actuel de Dieu Merci	10
Figure 4 :	Vue aérienne du site et de ses alentours (2008).....	11
Figure 5 :	Carte géologique au 1 / 50 000	16
Figure 6 :	Localisation des filons 1 / 100 000	22
Figure 7 :	Schéma des filons	23
Figure 8 :	Principe d'exploitation d'un filon aurifère	28
Figure 9 :	Schéma d'une verse à stériles.....	32
Figure 10 :	Synoptique du processus de traitement gravimétrique du minerai primaire	34
Figure 11 :	Schéma de reprise des rejets gravitaires	39
Figure 12 :	Schéma de procédé de cyanuration prévu à Dieu Merci	43
Figure 13 :	Plan de phasage global de l'exploitation minière (reprise des anciens rejets de la gravimétrie et extraction primaire saprolitique)	47
Figure 14 :	Gestion du ruissellement des eaux pluviales sur les gradins	49
Figure 15 :	Localisation des ouvrages de gestion des eaux pour les activités extractives	53
Figure 16 :	Ouvrages de gestion des eaux des bassins de rejets gravitaires	55

TABLEAUX

Tableau 1 :	Synthèse des travaux d'exploration menés sur le site Dieu-Merci.....	19
Tableau 2 :	Synthèse des différents secteurs exploités de 1992 à 2013.....	26
Tableau 3 :	Cubatures de minerai primaire et de stériles pour chaque fosse.....	33
Tableau 4 :	Volumes et tonnages de rejets de la gravimétrie pour les deux bassins repris	40
Tableau 5 :	Chronogramme de l'exploitation, tonnages et volumes de minerai primaire et secondaire extraits, volumes et mouvements des stériles d'extraction, enherbement provisoire et revégétalisation	46

ANNEXES

Annexe 1 :	Résumé des travaux d'exploration
Annexe 2 :	Carte des travaux d'exploration
Annexe 3 :	Rapport d'étude géotechnique. Stabilité des fronts d'exploitation et des verses à stériles. Site Minier de Dieu Merci (Téthys, 2009)
Annexe 4 :	Planches de phasage de l'extraction du minerai primaire saprolitique
Annexe 5 :	Planches de phasage de la reprise des anciens rejets de la gravimétrie
Annexe 6 :	Visite de contrôle géotechnique des digues existantes. Site minier de Dieu Merci (Mines&Avenir, 2014)
Annexe 7 :	Bilan général de l'état des digues de « DIEU MERCI ».récapitulatif des travaux réalisés en 2014 et 2015 (BIRIMIAN GEOSERVICES, 2014-2015)
Annexe 8 :	Note de dimensionnement des bassins de décantation

1. DONNEES DE BASE SUR LE PROJET

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, pistes, stockage des sous-produits de minerai 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 gravitaire, parcs à résidus, et circuit de l'eau pour partie.

Le traitement des minerais est actuellement basé sur une **chaîne dite de séparation gravimétrique**, suivie d'une étape d'affinage (fusion de l'or). Cette étape gravimétrique ne permet la récupération que d'environ 25 à 30 % de l'or libre.

La société AUPLATA, afin d'améliorer le taux de récupération d'or de son minerai, souhaite mettre en place une unité de cyanuration, ce qui permettra de reprendre les anciens rejets gravitaires stockés dans les bassins du site, ainsi que d'appliquer cette technique de traitement aux futures rejets gravitaires qui seront produits par le traitement du minerai primaire nouvellement extrait des fosses.

Pour la reprise de l'extraction de minerai primaire, la société AUPLATA souhaite modifier le plan de phasage qui avait été effectué en 2010.

L'ensemble de ces activités est prévue pour une durée de 20 ans dans cette demande.

1.1. LOCALISATION ET SURFACES CONCERNEES PAR LA DEMANDE

1.1.1. Localisation

Le site faisant l'objet de la présente demande se trouve au Sud-Sud-Est du territoire de la commune de Saint-Elie, en Guyane Française (Cf. Figure 1), entre la crique Loupé et la crique Céide.

Saint-Elie est située à environ 110 km à l'Ouest de la ville de Cayenne, et à l'Ouest-Sud-Ouest du lac du barrage de Petit-Saut. Elle couvre un territoire de 5 824 km² et a pour coordonnées géographiques (Mairie) : 4°49'30" Nord / 53°17'16" Ouest.

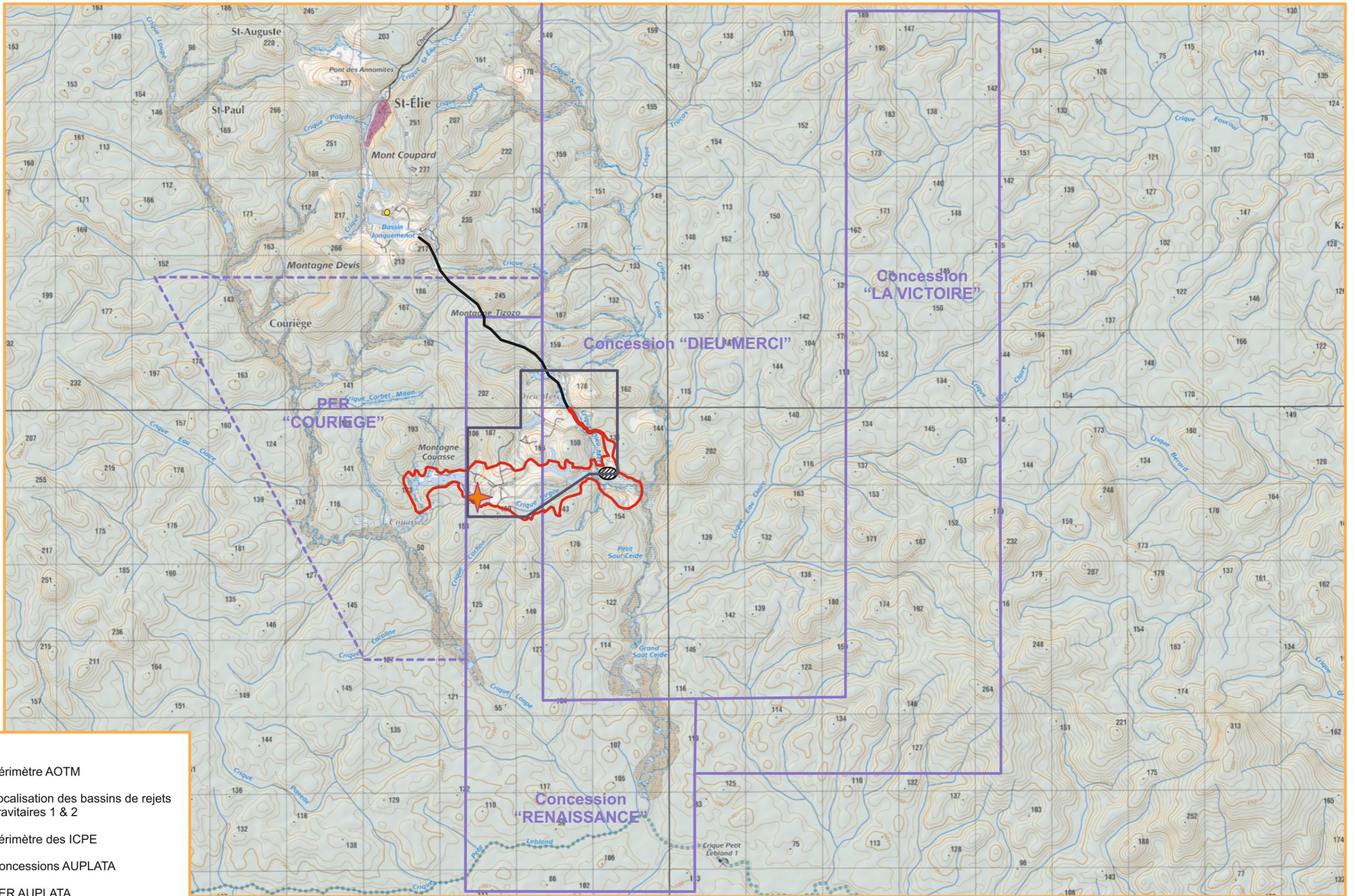
Les bassins de rejets gravitaires concernés par ce dossier AOTM se trouvent au sein du périmètre ICPE de la mine de Dieu Merci. Les **bassins de rejets gravitaires n°1 et 2** sont, plus précisément, **localisés au sein de la concession « Renaissance »**.

Les **fosses d'extraction prévues** sont principalement localisées **au sein de la concession « Dieu-Merci », ainsi que sur la concession « Renaissance »**.

Le camp établi par AUPLATA est situé dans la partie Est du périmètre ICPE et de l'UMTMA. Les coordonnées du bureau sur la Base vie sont les suivantes : **04°46'58" N et 53°15'41" W**.

Les travaux d'exploitation (Code Minier) et de traitement (ICPE) actuels du minerai sont localisés autour de la base vie, dans un rayon de moins de 3 km. La fosse la plus proche (Virgile Est) sera située à environ 500 m au Nord-Ouest de la base vie. Les autres fosses seront relativement proches de Virgile Est (environ 300 m).

L'ensemble des trois concessions AUPLATA (« Renaissance », « Dieu Merci » et « la Victoire »), recouvrent une surface d'environ 136,5 km². Le périmètre AOTM (281,5 ha) représente seulement 2,1% du total. (Cf. Figure 1).



Légende

-  Périphère AOTM
-  Localisation des bassins de rejets gravitaires 1 & 2
-  Périphère des ICPE
-  Concessions AUPLATA
-  PER AUPLATA
-  Piste d'accès
-  Base vie
-  Village de Saint-Élie
-  Base vie SMSE

0 m 500 m 2 km
Echelle au 1 / 50 000



AUPLATA - Mine d'or de Dieu Merci - Commune de St Elie, Guyane Française (973)
Demande d'Autorisation d'Ouverture et régularisation de Travaux Miniers (AOTM)
Mémoire Technique

Localisation du site au 1/50 000

Source : IGN / AUPLATA

Figure 1

Les bassins de rejets gravitaires sont situés au niveau de la limite Sud-Est du périmètre ICPE du site de Dieu Merci. Ces bassins sont échelonnés le long de la Crique Couasse. Dans chacun de ces bassins, les rejets sont retenus par une digue ou une ancienne dame d'exploitation alluvionnaire.

D'amont en aval, ces bassins de rejets sont désignés comme suit :

- Bassin n°1 : élévation de 95 à 93 mètres NGG ;
- Bassin n°2 : élévation de 89 à 88 mètres NGG ;
- Bassin n°3 : élévation de 79 mètres NGG ;
- Bassin n°4 : élévation de 74 mètres NGG ;
- Bassin n°5 : élévation de 72 mètres NGG ;
- Bassin n°6 : élévation de 71 mètres NGG.

Les **bassins de rejets gravitaires 1 et 2 à reprendre** couvrent une superficie de **6,8 ha** et sont intégralement compris dans la concession « Renaissance ».

La Figure 2 présente la localisation des bassins de rejets gravitaires à réexploiter dans le cadre de cette demande d'AOTM. La Figure 3 présente des photographies actuelles des bassins à reprendre.

Les futures fosses d'extraction sont situées au Nord du périmètre ICPE du site, entre les criques « Dieu-Merci » et « César ». La plupart des sites a déjà été décapée et/ou défrichée pour les besoins de l'exploration, et certains ont déjà été exploités. Ces sites sont au nombre de 4 :

- Kerouani, surface 4,2 ha (concession Dieu-Merci);
- Virgile central, surface 4 ha (concession Dieu-Merci);
- Virgile Sud, surface 2,8 ha (concession Dieu-Merci);
- Ovide, surface 1,8 ha (concession Dieu-Merci).

La localisation des fosses d'extraction prévues ainsi que le périmètre AOTM sont indiqués en Figure 2. Des photos du site sont fournies en Figure 3 et en Figure 4.

1.1.2. Accès

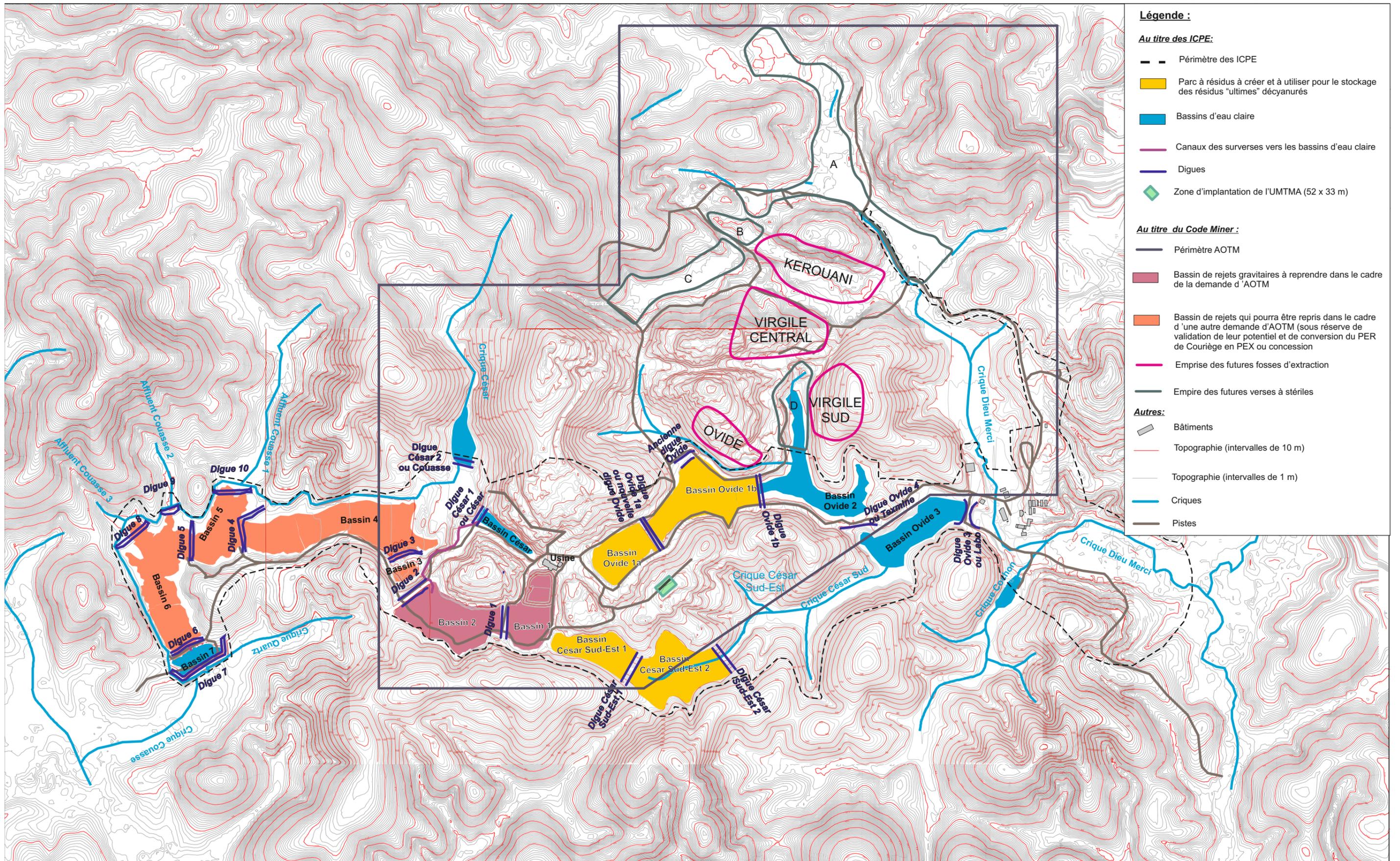
Dieu Merci est un site enclavé en pleine forêt, à environ 4,5 km à vol d'oiseau du centre de Saint-Elie. Aucun accès routier complet n'est présent, hormis une piste privée accessible par les véhicules tout-terrain et les gros engins, desservant le bourg de Saint-Elie. Ce dernier est équipé d'une Radio départementale, d'un captage d'eau potable, d'un hélicoptère, et d'un carbet communal.

L'accès à Dieu Merci se fait en plusieurs étapes :

- Il faut d'abord compter 2 heures de route pour se rendre jusqu'au dégrad du barrage de Petit-Saut depuis Cayenne, en passant par Kourou (environ 110 km) ;
- Ensuite, il faut au minimum 1 heure de pirogue sur le lac du barrage pour rejoindre, au dégrad PK7, la piste qui mène à Saint-Elie et Dieu Merci. Celle-ci, aménagée et entièrement entretenue par les deux sociétés minières locales (AUPLATA et SMSE), est alors empruntée en véhicule tout-terrain 4x4 sur environ 30 km.

On peut également accéder au site par hélicoptère (environ 35 minutes depuis Cayenne). Le camp dispose de son propre hélicoptère, sur la Base vie, pour faciliter les transferts de matériels et les évacuations urgentes.

L'accès aux bassins de rejets gravitaires, aux fosses d'extractions, et aux verses actuelles et à venir se fait ensuite par un réseau de pistes internes au site d'exploitation.



- Légende :**
- Au titre des ICPE:**
- Périimètre des ICPE
 - Parc à résidus à créer et à utiliser pour le stockage des résidus "ultimes" décyanurés
 - Bassins d'eau claire
 - Canaux des surverses vers les bassins d'eau claire
 - Diques
 - ◆ Zone d'implantation de l'UMTMA (52 x 33 m)
- Au titre du Code Minier :**
- Périimètre AOTM
 - Bassin de rejets gravitaires à reprendre dans le cadre de la demande d' AOTM
 - Bassin de rejets qui pourra être repris dans le cadre d' une autre demande d' AOTM (sous réserve de validation de leur potentiel et de conversion du PER de Couriège en PEX ou concession
 - Emprise des futures fosses d' extraction
 - Empire des futures verses à stériles
- Autres:**
- Bâtiments
 - Topographie (intervalles de 10 m)
 - Topographie (intervalles de 1 m)
 - Criques
 - Pistes



AUPLATA - Mine d'or de Dieu Merci - Commune de St Elie, Guyane Française (973)
 Demande d' Autorisation d' Ouverture et régularisation de Travaux Miniers (AOTM)
 Mémoire Technique

Localisation des bassins de rejets gravitaires et des futures fosses d' extraction et verses à stériles du site de Dieu-Merci
 Sources : GéoPlusEnvironnement et AUPLATA

Figure 2

Bassins de rejets à retraiter dans l'UMTMA : Bassins 1 et 2



Chantier de reprise du bassin n°1 au pied de l'usine gravitaire



Futur parc à résidus ultimes : Ovide 1 B



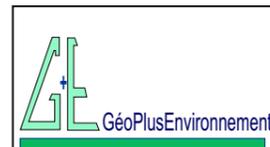
Bassin 3



Futur parc à résidus ultimes : Ovide 1a



Bassins 4, 5 et 6



AUPLATA - Mine d'or de Dieu Merci - Commune de St Elie, Guyane Française (973)
 Demande d'Autorisation d'Ouverture et régularisation de Travaux Miniers (AOTM)
 Mémoire Technique

Illustration de la situation actuelle du site de Dieu Merci

Source : GéoPlusEnvironnement (novembre 2013)

Figure 3



AUPLATA - Mine d'or de Dieu Merci - Commune de St Elie, Guyane Française (973)
Demande d'autorisation d'ouverture et régularisation de travaux miniers
Mémoire technique

Vues aériennes du site et de ses alentours (2008)
Source : AUPLATA

Figure 4

1.2. ACTIVITES CONCERNEES PAR LA DEMANDE

Les activités suivantes sont concernées par la présente demande au titre du Code Minier :

- La reprise des rejets gravitaires dans les bassins 1 et 2 ;
- La poursuite de l'extraction de minerai primaire dans les 4 fosses citées précédemment ;
- La réalisation de verses à stériles afin de stocker ces derniers ;
- L'aménagement d'une plateforme de stockage temporaire des rejets extraits avant leur traitement par cyanuration au niveau de l'UMTMA ;
- Les aménagements miniers à vocation hydraulique (canaux de dérivation des eaux pluviales, bassin de décantation...);
- L'aménagement des pistes d'accès aux fosses d'extraction, verses à stériles, et bassins de rejets.

L'ensemble des contraintes et servitudes liées à ce projet est traité dans le Tome 3: Etude d'Impact. Rappelons ici qu'il n'y a aucune contrainte ou servitude pouvant affecter les caractéristiques techniques du projet.

1.3. PRODUCTIONS ENVISAGEES

1.3.1. Production de minerai primaire

L'extraction de minerai primaire sera de l'ordre de **300 t/j** ($\approx 100\,000$ t/an), avec une proportion de **50% de minerai et 50% de stériles**.

Cette production limitée permettra de se concentrer sur l'exploitation des rejets gravitaires, et de limiter l'apport de nouveaux rejets dans les bassins. Le coefficient de foisonnement des stériles d'extraction sera estimé à 10%. Un décapage sera effectué avant l'ouverture des fosses, produisant un volume foisonné d'environ **300 000 m³** de stériles dits de décapage.

La production de produits finis s'élèvera à une moyenne de 25 kg d'or par mois, soit environ 300 kg/an sous forme de lingots de « doré » (or non parfaitement pur, à 99%).

Le tableau suivant synthétise les données concernant l'exploitation prévue des fosses :

Volumes	Production totale de minerai primaire (extraction des fosses)	972 000 m³
	Production totale de stériles foisonnés (stériles de décapage et d'extraction)	1 370 000 m³
	Production annuelle de minerai primaire	62 500 m³
	Production annuelle de stériles foisonnés	69 000 m³
	Production journalière de minerai primaire	188 m ³
Tonnages	Production totale de minerai primaire (extraction des fosses)	1 555 000 t
	Production annuelle de minerai primaire	100 000 t
	Production annuelle de stériles foisonnés	100 000 t
	Production journalière de minerai primaire	300 t

La densité de la saprolite en place est de 1,6.

La densité des stériles foisonnés est de 1,4.

1.3.2. Reprise des rejets gravitaires

L'UMTMA traitera en moyenne 330 tonnes de rejets gravitaires par jour, pour 300 jours travaillés par an, soit environ 100 000 tonnes par an. Pour une teneur moyenne de 4,5 ppm Au et un taux de récupération de 90%, cela permettra la production de 405 kg Au par an.

Le tableau suivant synthétise les données concernant la reprise des rejets gravitaires des bassins 1 et 2 :

Volumes	Production totale de minerai secondaire (rejets gravitaires) pour une durée de 8 ans	610 000 m³
	Production annuelle de minerai secondaire (rejets gravitaires)	77 000 m ³ /an
	Production journalière de minerai secondaire (rejets gravitaires)	220 m ³ /j (300 j/an)
Tonnages	Production totale de minerai secondaire (rejets gravitaires)	800 000 t
	Production annuelle de minerai secondaire (rejets gravitaires)	100 000 t/an
	Production journalière de minerai secondaire (rejets gravitaires)	330 t/j (300 j/an)

La densité des rejets gravitaires est de 1,3.

La reprise des rejets gravitaires n'entraînera pas de production de stériles d'extraction.

1.4. HORAIRES DE FONCTIONNEMENT

L'extraction (pelle et tombereaux et éventuellement pompes pour l'extraction hydraulique), ainsi que la maintenance des engins, fonctionnera 10 heures par jour, de 07H00 à 17H00, du lundi au samedi (300 jours par an).

2. CARACTERISTIQUES DES GISEMENTS PRIMAIRES ET SECONDAIRES DE DIEU-MERCI

2.1. CONTEXTE GEOLOGIQUE DU GISEMENT PRIMAIRE

Le but de ce dossier est de permettre la régularisation et l'extension des activités d'extraction de minerai primaire sur le site de Dieu-Merci.

2.1.1. Géologie régionale

La Guyane fait partie d'un vaste domaine géologique d'une superficie totale de plus de 1,5 million de km² (le Bouclier ou Craton guyanais) qui couvre la partie nord-amazonienne du Brésil (620 000 km²), la pointe orientale de la Colombie et du Venezuela (415 000 km²) et les trois Guyanes (Guyana, Surinam, Guyane).

En Guyane, ce domaine est constitué de roches magmatiques (granitoïdes, granites, gabbros, diorites), volcaniques, volcanosédimentaires et sédimentaires (schistes, grès, siltites, conglomérats, quartzites), vieilles de 2 à 2,2 milliards d'années (Paléoprotérozoïque). Ces roches sont localement métamorphosées et transformées en gneiss, en amphibolites ou en micaschistes. Ce socle ancien est recoupé par des filons de dolérite sub-verticaux, peu épais, dont la mise en place témoigne, pour les plus récents (Mésozoïque), de la fracturation du super-continent du Gondwana au Jurassique (entre -200 et -190 millions d'années), prélude à l'ouverture de la partie centrale de l'Océan Atlantique. Tous ces terrains anciens (socle, dolérites) ont subi une altération importante sous climat tropical et équatorial humide et ont presque partout donné naissance à une couverture latéritique et saprolitique épaisse de quelques mètres à plus de cinquante mètres.

La plaine littorale, d'une largeur inférieure à 20 km, est constituée par des formations sableuses et argileuses d'âge quaternaire, peu épaisses, d'où émergent localement quelques pointements de roches anciennes (« hippopotames de savane » ou « savanes roches »).

2.1.2. Métallogénie régionale

➤ L'or : historique des découvertes et distribution des minéralisations

Le premier métal qu'on évoque quand on parle de la Guyane, considérée comme « El Dorado » par les anciens chercheurs de trésors, est l'or. Découvert en 1854 dans les alluvions de la crique Aïcoupaïe, affluent de l'Approuague, l'or n'a pratiquement pas cessé d'être exploité depuis, dans les placers.

De la première production officielle en 1857 (11 kg déclarés par la Compagnie Aurifère et Agricole de l'Approuague) à 1904, de nouvelles et importantes découvertes de placers aurifères vont se faire progressivement : de l'Est vers l'Ouest (Approuague, Comté, Kourou, Sinnamary, Courcibo, Mana, Arouany, Maroni), en suivant les terrains de la formation géologique porteuse de la minéralisation « le Paramaca volcano-sédimentaire », puis, vers le Sud, avec les grands flats (Oyapok, Sikini, Haute Mana, Inini...) dont les découvertes remontent aux environs de 1900-1901.

Actuellement, les indices et zones d'exploitation d'or s'inscrivent à l'intérieur de 2 larges bandes de terrains fertiles traversant d'Est en Ouest l'ensemble du département : au Nord entre Ouanary et Grand Santi, et au Sud entre Camopi et Maripasoula.

Parallèlement à la progression de l'exploration et l'exploitation des placers aurifères par les orpailleurs, **des découvertes de filons d'or primaire**, encaissés dans les roches, ont été faites ; elles ont donné lieu à de petites exploitations marginales des « têtes de filons riches » qui n'ont jamais vraiment atteint le stade de la mine d'or industrielle, jusqu'à ces dernières années. **C'est le cas de la mine d'or AUPLATA du site de Dieu Merci.**

➤ **Les minéralisations primaires (5% de l'or produit à ce jour en Guyane)**

Ces minéralisations renferment de l'or sous différentes formes minéralogiques :

- **or natif lié à d'autres minéraux**, mais sous forme libre : soit en inclusions de petits grains de 1 à 40 µm, dans la pyrite (Yaou-Dorlin) ou dans l'arsénopyrite (Camp Caïman), soit tout simplement en bordure ou dans des microfissures de cristaux, toujours en petites particules atteignant quelques millimètres au plus (**c'est le cas de Dieu Merci**). Mais c'est surtout dans le quartz que l'or est le plus souvent visible, pouvant atteindre, rarement, des dimensions pluricentimétriques ;
- **or comme élément constitutif des minéraux** : en microinclusion dans les sulfures ;
- **or comme élément constitutif d'alliages naturels** : alliages fréquents avec l'argent (électrum), le cuivre et parfois le bismuth.

2.1.3. Géologie et métallogénie du site de Dieu Merci

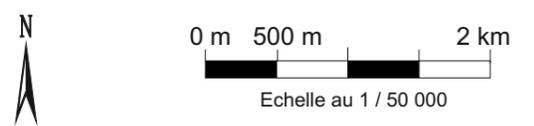
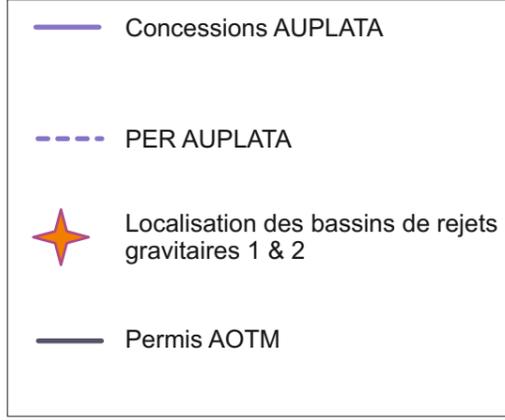
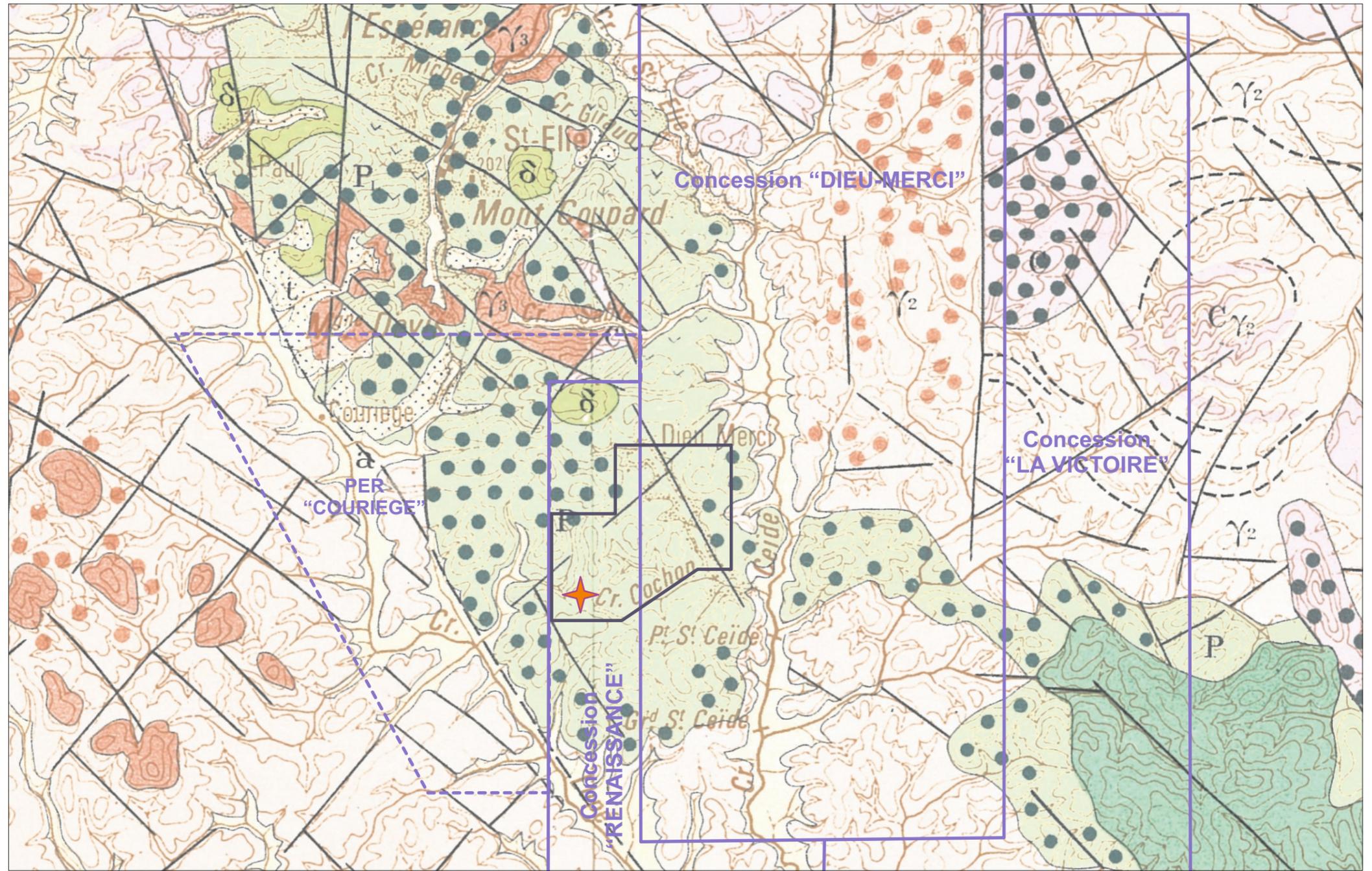
La Figure 5 présente un extrait de la carte géologique du secteur (feuille de Saint Elie), au 1/50 000.

Le gisement minier correspond à des **formations méta-volcaniques, intermédiaires à mafiques** (andésites et basaltes) et **amphibolitisées** (métamorphisme de faciès "amphibolite"). Ces méta-volcanites sont intrudées par des granites de type Caraïbe, mais qui ont tendance à se disposer en corps sub-horizontaux intercalés dans les unités volcaniques.

Le secteur général de Dieu Merci est constitué d'un ensemble de sous-secteurs, successifs et jointifs, dessinant une sorte d'arc de cercle ouvert vers le Nord. Ces sous-secteurs, correspondent aux différentes zones d'anomalies de géochimie sol et sur lesquels ont porté les travaux d'exploration jusqu'à présent, dans l'optique d'y trouver de fortes concentrations en or. Ce sont les secteurs de Kérouani, César, Virgile, Monte-Cristo, Ovide, etc.

Les ressources du site de Dieu Merci sont évaluées à plus de 20 tonnes d'or, sur l'ensemble des concessions.

Les fonds des vallées sont remplis d'**alluvions fluviales**, qui ont fait l'objet d'exploitations par le passé. Elles sont constituées en grande partie de **quartz** dont la granulométrie s'étend du silt au bloc. Dans les zones plus calmes, les sédiments qui forment les berges et dans lesquels le lit mineur est entaillé, comprennent des sables plus argileux. L'exploitation passée est à l'origine des barranques, présents dans une grande partie de ces zones.



	AUPLATA - Mine d'or de Dieu Merci - Commune de St Elie, Guyane Française (973) Demande d'Autorisation d'Ouverture et régularisation de Travaux Miniers (AOTM) Mémoire Technique	Figure 5
	Carte géologique du site Dieu Merci Source : BRGM / AUPLATA	

2.1.4. Bilan des travaux d'exploration

L'*Annexe 1*, reprise ci-après, présente un bilan des travaux d'exploration sur les secteurs concernés par la demande. La *Figure 6* localise les filons identifiés. L'*Annexe 2* présente une carte résumant les travaux d'exploration dans le secteur de Saint-Elie (carte éditée en 2001).

2.1.4.1. Secteur Kerouani

Sur la zone de Kerouani, 5 tranchées (186,5 m pour 238 échantillons) et 19 sondages carottés (1792,2 m pour 1217 échantillons), ainsi que 238 tarières profondes (1967 m pour 1907 échantillons) ont été effectués pour tester la minéralisation aurifère associée à des schistes à biotite en contact avec des sills subhorizontaux de granite, le tout encaissé dans une série de volcanites intermédiaires à roches basiques et silicifiées indifférenciées.

À Kerouani, les tarières profondes ont été effectuées de manière systématique le long de profils espacés de 50 à 100 m avec des trous tous les 10 m jusqu'à une profondeur de 10 m. Les sondages carottés ont été forés entre ou le long des profils de tarières pour tester l'aval-pendage de la minéralisation. Ces tarières ont mis en **évidence des filons subhorizontaux en surface**, et les sondages carottés ont permis d'identifier en profondeur **des filons minéralisés à léger pendage vers le Sud-Ouest**. Les tarières ont défini des zones minéralisées d'une longueur de 400 m, de 10 à 20 m de large et de 2 à 6 m de profondeur. Aucune estimation de ressources n'a été effectuée sur cette cible en raison d'une forte contamination de surface due aux travaux anciens. Plusieurs intervalles minéralisés ont été recoupés en sondages avec **des teneurs variant de 1,07 g/t Au à 15,33 g/t Au** sur des puissances de 1,5 m à 16,8 m. La minéralisation est associée à des schistes à biotite en contact avec des granites et recoupés par des filons de quartz. Elle s'étend sur 400 m de longueur et est ouverte en extension longitudinale et en aval-pendage. De mai 2002 à mai 2004, la structure minéralisée de Kerouani, mise en évidence par le programme de tarières, a été exploitée à ciel ouvert par la SORIM, sur une longueur de 400 m, une largeur de 10 m et une profondeur de 30 m.

2.1.4.2. Secteur César

La zone de César est située 1,27 km au Sud-Ouest de Kerouani et correspond à des volcanites intermédiaires à basiques, recoupées par plusieurs dykes et sills de granite injectés de filons de quartz de direction Ouest-Nord-Ouest et à pendage Sud-Ouest, avec des filons conjugués à pendage Nord-Est. Les travaux d'exploration ont été effectués sur cette zone en 1996 par TEXMINE et en 1997 et 1998 par la SMSE. Ils ont consisté en 0,11 km² de cartographie géologique, 8 tranchées (449 m pour 571 échantillons prélevés), 141 sondages à la tarière profonde (1752,9 m pour 1130 échantillons prélevés). La minéralisation semble se prolonger jusque vers Devis-Sud comme le montrent les résultats de la géochimie sol et des tarières. Les tranchées effectuées sur ce secteur présentent des teneurs de **1,95 à 12,62 g/t Au (Tr-1), 1,17 à 23,58 g/t Au (Tr-2), 0,93 à 34,90 g/t Au (Tr-3) et 1,03 à 38,72 g/t Au**. Le potentiel de la zone de César est ouvert au Nord-Ouest et en profondeur, et semble se prolonger jusqu'à Devis-Sud. Un calcul d'estimation de ressources a été effectué en novembre 1998 (D. Costelloe, *Modeling of Potential Mineralized Inventory Cesar Zone, Dieu-Merci Area, St-Elie Project, French Guiana*, 1998) dans le profil latéritique sur une longueur de 800 m en appliquant une teneur de 3,01 g/t Au sur l'épaisseur de la latérite. Il a donné un total de 602 000 tonnes (**teneur de coupure 0,80 g/t Au**), équivalant à 58 onces d'or (1,8 tonne d'or).

Dans la saprolite, la structure cisailante, associée à des filons de quartz, fait 3 m de largeur sur 800 m de long, et a été reconnue jusqu'à une profondeur de 20 m. Le potentiel de cette ressource est de **39 000 tonnes à une teneur de 3,9 g/t Au, équivalant à 4,9 onces d'or (152 kg d'or)**. Le potentiel total de ressources s'élève à 62,9 onces d'or (1,96 tonne d'or), classées en « matériel minéralisé ». La structure quartzreuse a été exploitée par la SORIM à raison de 500 tonnes/jour sur du minerai à 8,817 g/t Au, d'après des échantillons prélevés précédemment par G. Juillard, pour

un taux de récupération de seulement 25 à 35 % de l'or total du minerai. À César, les rejets ont été accumulés à une moyenne journalière d'un peu moins de 500 tonnes depuis mai 2004 avec un potentiel de 93 600 tonnes disponibles. Un échantillon prélevé sur les rejets par G. Juilland, a donné 9,572 g/t Au, ce qui pourrait correspondre à **900 kg d'or dans les rejets**.

Deux zones ont été travaillées depuis fin mars 2008. César « Est » et César « Camp » qui sont toutes deux des extensions du filon César, largement exploité par SORIM.

César Est présente une structure quartzreuse métrique minéralisée. Les analyses ont mis en évidence des teneurs de l'ordre de **24 g/t**. Les tests batées n'étaient pas très bons. Les productions associées à cette fosse sont également faibles, bien qu'au cours d'une journée, l'usine a pu produire plus d'un kg avec ce minerai. D'autres tests sur les parties hautes qui titraient entre 35 et 40 g/t (analysés) se sont révélés décevants (bâtée également).

César Camp a été découvert sous l'ancien camp de César. La hauteur des structures fait environ 3 m et s'enfoncent vers le Nord sous la montagne. Les tests batées ont révélé quelques points d'or. De l'or est visible sur les quartzs, il y a également beaucoup de sulfures (gros morceaux de pyrite). Les teneurs analysées sont **8,4 g/t** à 65,2 g/t sur les 3 m de puissance en rainurage vertical. Deux échantillons de quartz relevés de façon systématique sur l'ensemble des structures donnent des teneurs de **36,8 g/t à 224 g/t**. Actuellement, il y a environ 5 m de découverte à effectuer pour accéder à ce minerai. Encore une fois, ce minerai s'est révélé décevant en termes de production.

2.1.4.3. Secteur Virgile

La zone de Virgile, à 350 m au Sud-Ouest de Kerouani, a été reconnue par géochimie sol, tranchées, tarières profondes et sondages carottés. Le secteur est constitué de volcanites indifférenciées silicifiées, intrudées par des granites et des roches felsiques, recoupés par des filons de quartz. Les tranchées présentent des intersections **de 8,65 m à 6,65 g/t Au (SV6), de 11,8 m à 2,13 g/t Au (SV7) et de 1,5 m à 34,03 g/t Au (SV9)**. Cette zone n'a pas été exploitée par la SORIM. La minéralisation de Virgile est ouverte en extension et en aval-pendage.

Virgile central a été très exploité par AUPLATA de fin 2006 à fin 2007. Des tranchées ont été réalisées et du minerai a été traité à l'usine. La structure de quartz exploitée durant l'année 2007 a été extraite quelques jours dans son prolongement. Les premiers résultats ont été encourageants, puis la production a fortement baissé, conduisant AUPLATA à extraire le minerai dans un autre secteur.

Une zone d'extension a été déforestée en 2007 sans toute fois être prospectée. La réalisation de tranchées à cet endroit est prévue prochainement, après le secteur Ovide.

La zone Ovide, non exploitée, mais aujourd'hui décapée, a fait l'objet de prospection depuis avril 2008. 4 échantillons composites en surface (prélevés un peu partout sur une distance de 0 à 200 m d'Est en Ouest) ont été prélevés, analysés et testés à la batée. La teneur en or est de 6,8 à 24,4 g/t. Les teneurs sont confirmées à la bâtée et proches des valeurs relevées par TEXMINE. **C'est la zone actuellement la plus prometteuse.**

2.1.4.4. Secteur Monte-Cristo

Monte Cristo est constitué de filonnets centimétriques à décimétriques présentant des fortes teneurs, mais dans une matrice stérile.

2.1.4.5. Résumé de l'ensemble des travaux d'exploration

AUPLATA, en parallèle à son exploitation des fosses, a mené des recherches en géochimie sol (secteur de République - 2013), des tranchées de reconnaissances (3000 m) et une campagne de sondages destructifs scout de 11 579 m soit 306 sondages sur les concessions et 142 sondages sur le PER de Couriège, pour un total de 11 000 échantillons analysés. 77 tarières apagéo complètent les éléments de recherches. Les zones d'exploitation et le PER ont fait l'objet de 2 campagnes de topographie laser LINORR en 2008 et 2012.

Les tableaux ci-dessous synthétisent les données d'exploration et d'exploitation. La carte fait la synthèse de tous les sondages scout 2010 - 2011.

Tableau 1 : Synthèse des travaux d'exploration menés sur le site Dieu-Merci

Travaux	Texmine	Guyanor	Auplata depuis 2006	Sorim
Géochimie sol	100x100	200x50	200x50	
superficie en Km ²	8.6	8.6	16	
nombre d'échantillons	906	772	1430	
Tarrières (0-8m)				
nombre	140			
métré	1100			
Tarrières Trado				
nombre		167		
métré		2123		
échantillons		1375		
Tarrières creuses				
nombre		149		
métré		1872		
échantillons		1209		
Tranchées (m)	2500	720	3000	1000 ?
échantillons		447	700	
Rainurages divers	1000		1000	
Sondages carottés (25-40 m)				
nombre	18			
métré	540			
échantillons				
Sondages courts RC (30m)				
nombre			448	
métré			11579	
échantillons			8140	
Sondages tarière Apagéo				
nombre			77	
métré			810	
échantillons			542	
Sondages carottés (<150m)				
nombre		26		
métré		3878		
échantillons		3015		

Travaux	Texmine	Guyanor	Auplata depuis 2006	Sorim
Géophysique		mag + radio	VTEM	
Test minéralogiques	oui		oui	
Tests gravimétriques	oui		oui	
Essai lixiviation	oui		oui	
Topographie laser			oui	
Echantillons analyses	4000	6848	11000	

2.1.5. Structure filonienne

Comme schématisé sur la Figure 6, la structure filonienne est linéaire, et droite. L'épaisseur est variable (Cf. Figure 7) :

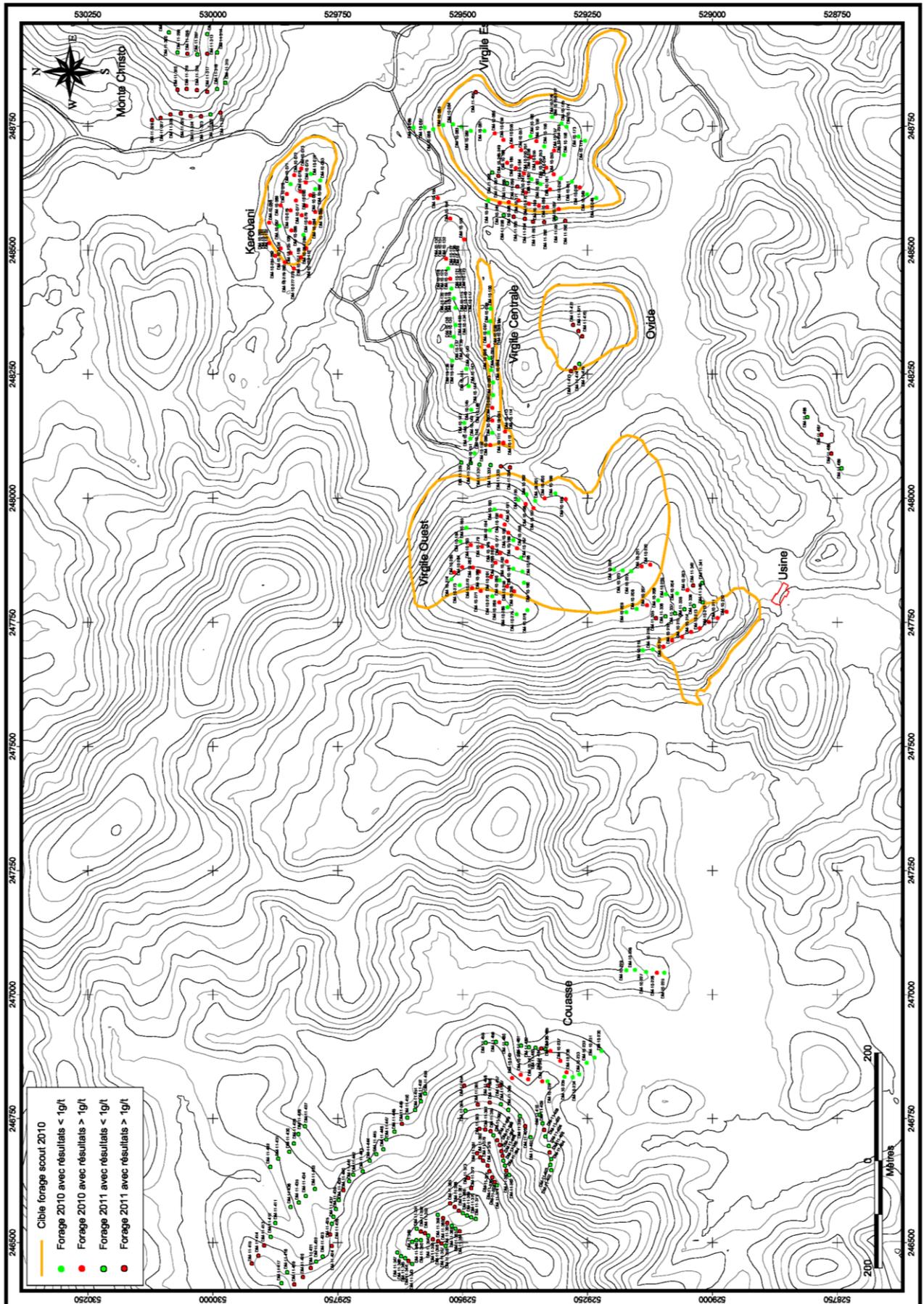
- En surface, certains filons ont une forme de « champignons », et peuvent s'étaler sur une largeur de plus de 50 m ;
- En descendant plus en profondeur, le filon se rétrécit, pour former un « pied », d'une largeur d'environ 15 m.

2.1.6. Projet d'exploration

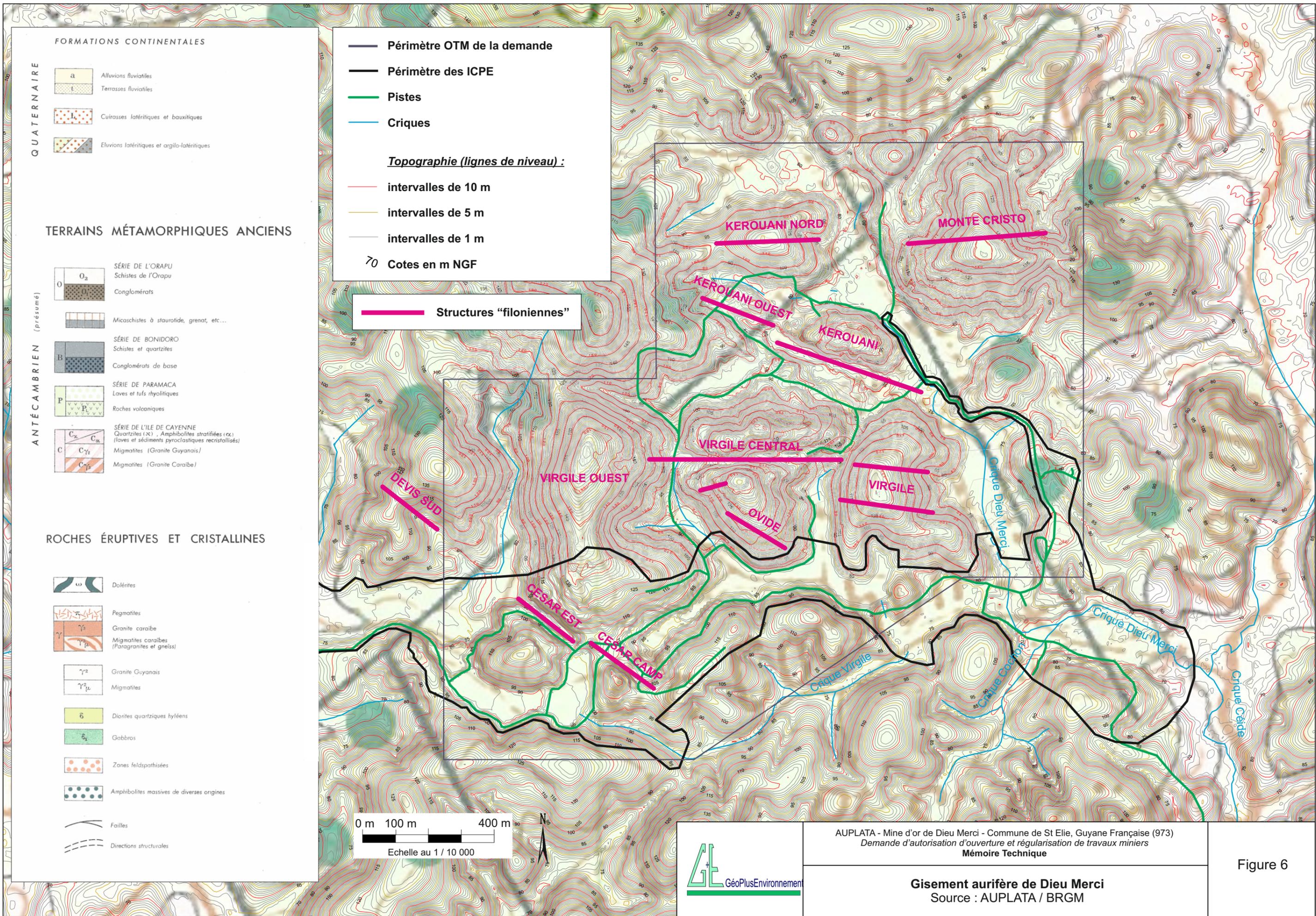
Jusqu'ici, le minerai primaire était exploité à une teneur de coupure de 6-8 g/t. Ainsi, le minerai aurifère présentant des teneurs inférieures était laissé en place.

Le projet de mise en place de l'UMTMA ainsi que les cours actuels de l'or et de l'énergie permettront l'exploitation d'une partie de ce minerai délaissé en abaissant la teneur de coupure aux environs de 2 g/t.

Pendant les 2 années suivant la mise en place de l'UMTMA, AUPLATA réinterprétera les données d'exploration en considérant cette nouvelle teneur de coupure, afin d'évaluer plus finement le nouveau potentiel de ressources.



Carte de localisation des sondages scout réalisés en 2010 - 2011



FORMATIONS CONTINENTALES

QUATERNAIRE

- a Alluvions fluviales
- l Terrasses fluviales
- l₁ Cuirasses latéritiques et bauxitiques
- l₂ Eluvions latéritiques et argilo-latéritiques

TERRAINS MÉTAMORPHIQUES ANCIENS

ANTÉCAMBRIEN (préssumé)

- O₂ SÉRIE DE L'ORAPU
Schistes de l'Orapu
- O Conglomérats
- Micaschistes à staurolite, grenat, etc...
- B SÉRIE DE BONIDORO
Schistes et quartzites
- B Conglomérats de base
- P SÉRIE DE PARAMACA
Laves et tufs rhyolitiques
- P Roches volcaniques
- C₂ C_{2a} SÉRIE DE L'ÎLE DE CAYENNE
Quartzites (x) / Amphibolites stratifiées (ca)
(laves et sédiments pyroclastiques recristallisés)
- C₁ C_{1a} Migmatites (Granite Guyanais)
- C₁ C_{1a} Migmatites (Granite Caraïbe)

ROCHES ÉRUPTIVES ET CRISTALLINES

- ω Dolérites
- Pegmatites
- γ₃ Granite caraïbe
- γ₁ Migmatites caraïbes (Paragranites et gneiss)
- γ₂ Granite Guyanais
- γ₁ Migmatites
- δ₁ Dionites quartziques hyléens
- δ₁ Gabbros
- Zones feldspathisées
- Amphibolites massives de diverses origines
- Failles
- Directions structurales

- Périmètre OTM de la demande
 - Périmètre des ICPE
 - Pistes
 - Criques
- Topographie (lignes de niveau) :**
- intervalles de 10 m
 - intervalles de 5 m
 - intervalles de 1 m
- 70 Cotes en m NGF**

- Structures "filoniennes"



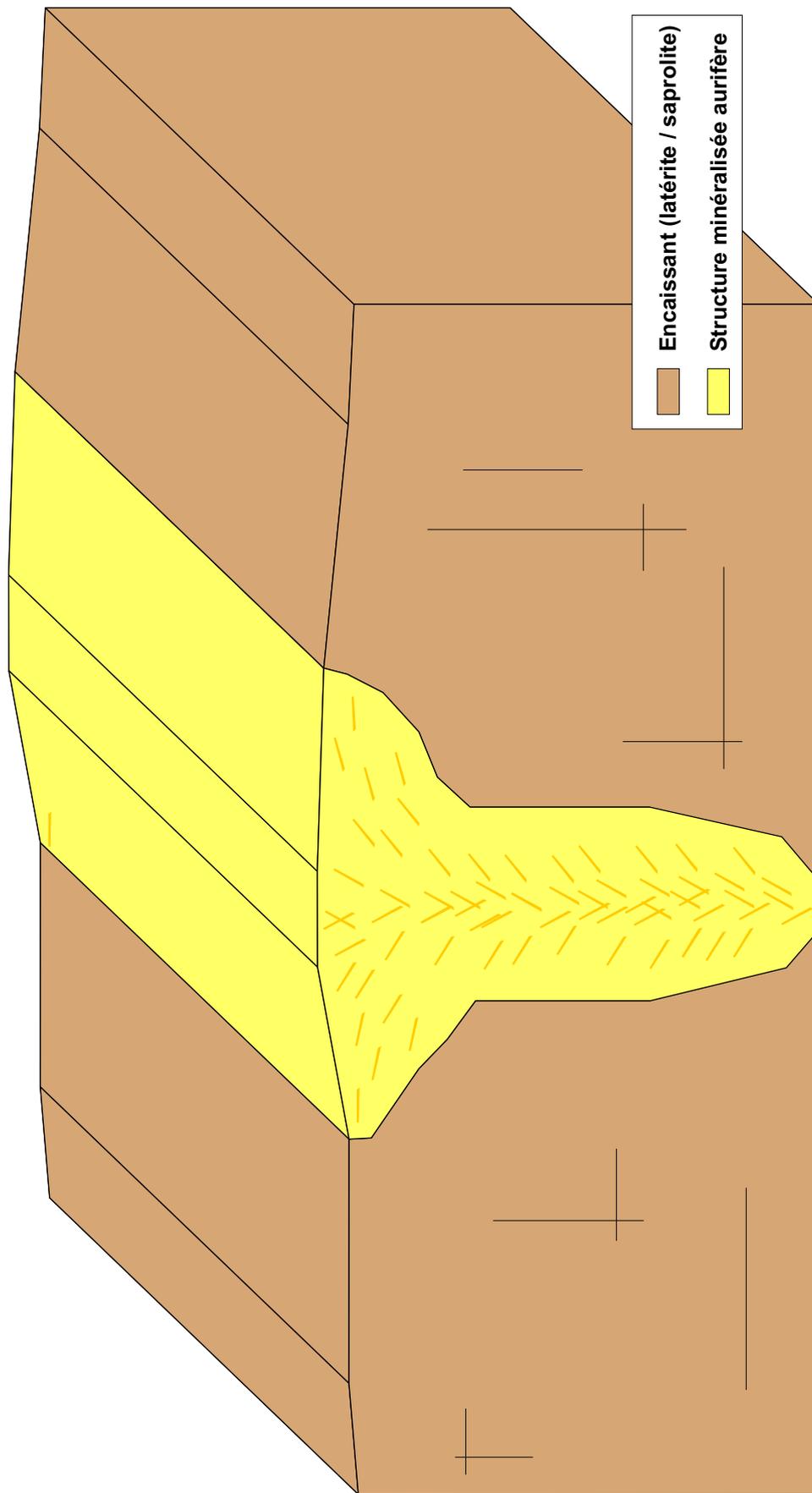


GéoPlusEnvironnement

AUPLATA - Mine d'or de Dieu Merci - Commune de St Elie, Guyane Française (973)
Demande d'autorisation d'ouverture et régularisation de travaux miniers
Mémoire Technique

Gisement aurifère de Dieu Merci
Source : AUPLATA / BRGM

Figure 6



AUPLATA - Mine d'or de Dieu Merci - Commune de St Elie, Guyane Française (973)
 Demande d'autorisation d'ouverture et régularisation de travaux miniers
 Mémoire Technique



Schéma d'une structure filonienne aurifère
 Source : BRGM / AUPLATA

Figure 7

2.2. PRESENTATION DU GISEMENT SECONDAIRE

2.2.1. Contexte actuel

La société minière AUPLATA et ses filiales exploitent actuellement plusieurs sites miniers de production d'or en Guyane Française : Dieu Merci, Elysée, Yaou et Dorlin. Les trois premiers sites sont dotés d'une usine de concentration du minerai aurifère et utilisent exclusivement des procédés gravimétriques (broyage puis concentration gravimétrique par centrifugation).

Le **taux de récupération moyen de l'or n'est que de 25 à 30 %**. Par conséquent, **plus de 70 % de l'or se retrouve dans les bassins de rejets gravitaires**, ce qui représente la principale problématique d'AUPLATA.

AUPLATA a donc réalisé de nombreuses études et travaux dans le but d'améliorer ses résultats d'exploitation et d'atteindre un meilleur seuil de rentabilité. Il en résulte que la principale solution identifiée pour résoudre ladite problématique consiste à utiliser un **procédé de cyanuration** pour traiter les rejets provenant de ses usines de concentration gravimétrique.

Des essais minéralurgiques ont été effectués afin d'adapter le procédé de cyanuration aux caractéristiques des matériaux à retraiter.

2.2.2. Essais de cyanuration

Le premier essai Hardrock (2012), pour AUPLATA, a soumis 5 échantillons de rejets de l'usine de Dieu Merci au laboratoire d'Amtec, de Perth (Australie), pour des essais de cyanuration en bouteille. Les résultats obtenus sont résumés ci-après :

- La teneur moyenne des 5 échantillons soumis pour essais était de 4,5 g/t Au ;
- Le taux de récupération de l'or fut de 66 % après 24 heures, 76 % après 48 heures et 80 % après 72 heures pour des rejets non rebroyés, soumis aux essais tels que prélevés, avec une granulométrie P80 variant de 400 à 700 microns ;
- Les consommations de chaux ont été 2,4 kg/t, et de 0,4 kg/t pour le cyanure ;
- Suite à ces essais, il a été conclu qu'un broyage plus fin (80 % des particules < 200 microns), comparable à celui des opérations industrielles courantes, le taux de récupération de l'or dépasserait 90 %.

Le second essai a été réalisé par M. Roger JOLICOEUR, PDG de RWJ Consultants Miniers lors de sa mission de décembre 2012 à la mine de Dieu Merci pour AUPLATA.

Des essais de cyanuration directe ont été réalisés sur divers échantillons de rejets dont un sur un échantillon composite de 9,60 kg. Cet échantillon était constitué de 7 prélèvements réalisés en différents points de l'usine de concentration gravimétrique retraitant des rejets sableux. Les meilleurs résultats obtenus sont résumés ci-après :

- L'échantillon de rejets titrait 4,15 g/t Au ;
- Il a été rebroyé à une finesse de $D_{80\%} = 79 \mu\text{m}$;
- La récupération de l'or par cyanuration a été de 97,9 % après 24 heures, et de 98,3 % après 48 heures.

Le **procédé de cyanuration envisagé** sera donc mis en place après rebroyage à une granulométrie de $D_{80\%} = 80 \mu\text{m}$.

Les essais réalisés sur de tels échantillons permettent d'affirmer que ce procédé **amène à une récupération de 92 à 99 %** de l'or contenu dans les rejets de Dieu Merci.

Les rejets gravitaires stockés dans les bassins de Dieu Merci constituent donc un gisement aurifère secondaire oxydé à or disséminé, valorisable par cyanuration.

2.2.3. Estimation des tonnages de rejets gravitaires et de leur teneur en or

Les réserves en rejets gravitaires (tonnage et teneur) à Dieu Merci ne sont pas connues exactement, à cause de l'absence de données de production journalière au début des opérations 2003-2006 (SORIM). Plusieurs chiffres ont été avancés, mais les résultats sont variables et difficiles à estimer sans des travaux d'exploration lourds en cours.

En l'absence d'une teneur moyenne en or fiable des rejets, une estimation a été effectuée à partir des données disponibles :

- Un rapport d'AUPLATA (2008) mentionne que 4 échantillons ont été prélevés à la pelle mécanique dans les bassins de rejets numéros 1 et 2 pour une moyenne de 4,9 g/t Au ;
- Le rapport de C. DENIVELLE, AUPLATA (2012) précise que d'avril à juin 2012, la teneur des rejets de première génération (minerai oxydé) fut de 4,84 g/t Au, tandis que la teneur des rejets de deuxième génération (rejets retraités) fut de 5,62 g/t Au ;
- La société Hardrock (2012) a estimé une teneur moyenne de 4,3 g/t Au pour le bassin de rejets numéro 1 et de 5,4 g/t Au pour le bassin de rejets numéro 2 ;
- B. TAQUET (2006) a réalisé le prélèvement de 80 gros échantillons à la pelle hydraulique et à la pelle manuelle sur les bassins de rejets 1 à 6 de Dieu Merci.

Pour les **bassins 1 et 2**, les teneurs moyennes furent respectivement de **6,00 g/t Au** et de **3,13 g/t Au**. Elles furent en général plus faibles pour les quatre bassins suivants : 1,86 g/t Au pour le bassin n°3, 1,49 g/t Au pour le bassin n° 4; 2,04 g/t Au pour le bassin n° 5 et 3,59 g/t Au pour le bassin n° 6.

A partir de ces données, **une teneur moyenne de 4,5 g/t Au a été retenue pour les bassins de rejets 1 et 2** de Dieu Merci, et a été utilisée dans les critères de conception du projet de reprise des rejets gravitaires.

Suite à une mise à jour de la topographie en 2012 complétée par des levés de terrain en 2013, une estimation des **tonnages des rejets contenus dans les bassins n°1 et 2** a pu être réalisée par modélisation 3D (logiciel *CORALIS*). Ainsi, les tonnages de rejets gravitaires ont été estimés à **800 000 tonnes maximum**.

Une usine de traitement d'une capacité de 330 tonnes par jour, opérant 300 jours par année, et traitant **100 000 tonnes de rejets par année** a ainsi été retenue.

La durée du retraitement des rejets des bassins n° 1 et 2 sera donc de l'ordre de 8 ans.

Les objectifs de cette demande d'Autorisation d'Ouverture de Travaux Miniers (AOTM) sont les suivants :

- ✓ réaliser tous les travaux nécessaires à la reprise des rejets gravitaires (minerai secondaire) en vue de leur traitement par cyanuration au niveau d'une UMTMA (Unité Modulaire de Traitement de Minerai Aurifère) ;
- ✓ permettre une optimisation de la valorisation de la ressource aurifère primaire de Dieu Merci.

2.3. SYNTHÈSE DES TRAVAUX D'EXPLOITATION

Le tableau suivant résume des travaux d'exploitation menés sur le site de Dieu Merci entre 1992 et 2013.

Tableau 2 : Synthèse des différents secteurs exploités de 1992 à 2013

Périodes		Exploitants	Type d'activité	Zones exploitées
1992	1998	Texmine	alluvionnaire	Crique Ceïde + crique Loupé
1998	2002	Sorim	alluvionnaire	Crique Ceïde + crique Loupé
mai-02	mai-04		primaire	Kérouani
juin-04	févr-06		primaire	César
mars-06	déc-06		primaire	Kérouani, Kérouni Nord, César, Virgile
janv-07	déc-07	Auplata	primaire	César, Virgile central, Kérouani
janv-08	dec 2008		primaire + reprise rejets gravitaires	Monté-Cristo, Rejets Kérouani (Reprise par pelle et camion, assèchement fond bassin par pompe), Kérouani, Virgile
janv-09	déc-09		primaire	Ovide, Kérouani Nord
janv-10	déc-10		primaire	Kérouani, César, Virgile central, Est, Ouest
janv-11	déc-11		primaire	Virgile Ouest, César, Kérouani, Rejets bassin 1
janv-12	déc-12		primaire + reprise rejets gravitaires	Virgile Est et Ouest, Ovide, Rejets bassin n°1 ou stocks de sable (reprise par pelle et camion, assèchement fond bassin par pompe), César, Kérouani
janv-13	déc-13		primaire + reprise rejets gravitaires	Ovide, Rejets bassin n°1 ou stocks de sable (reprise par pelle et camion, assèchement fond bassin par pompe), Rejets stock César
janv-14	déc-14		primaire + reprise rejets gravitaires	Rejets bassin 1, Rejets stock César, César Ouest, Quartz

2.4. CONTEXTE HYDROGÉOLOGIQUE

Le site de Dieu Merci est inclus dans la masse d'eau souterraine de socle FR 9307 : « Sinnamary-Kourou ».

Cependant, les seuls aquifères identifiés à ce jour sur le secteur de Dieu Merci correspondent aux **formations alluviales** (alluvions des criques Céide et Loupé, et des criquets affluents). Ces nappes alluviales (nappes d'accompagnement des cours d'eau) sont rechargées directement par la pluviométrie, et leur puissance varie selon leur localisation dans le réseau hydrographique.

Les formations d'altération de surface des roches (cuirasses, saprolite) sont aussi connues pour leur capacité à emmagasiner de l'eau. Les cuirasses accueillent souvent des nappes perchées à capacité limitée, qui ont tendance à se tarir en saison sèche. Elles peuvent être à l'origine de phénomènes de résurgence au contact avec les altérites sous-jacentes. La saprolite est faiblement aquifère. Bien que très argileuse, on admet qu'elle renferme une porosité inter-granulaire. Ses propriétés restent cependant essentiellement capacitives.

Les « caisses filoniennes » peuvent renfermer des aquifères profonds de capacités limitées. Cependant, aucun aquifère de ce type n'a été rencontré, aux profondeurs des travaux actuels.

Au niveau du périmètre, le terrain est essentiellement constitué d'argiles latéritiques, peu perméables, voire imperméables, d'une puissance pouvant aller jusqu'à 50 m). Ces argiles ont une faible capacité en termes de réservoir et les vitesses d'écoulement sont très faibles.

Les alluvions des criques Dieu Merci et Couasse présentent des nappes alluviales.

Pour finir, on peut noter les formations profondes du Paramaca comme étant très faiblement aquifères.

Pour plus de détails, se référer au Tome 3 : Etude d'Impact.

3. ORGANISATION DU PROGRAMME D'EXTRACTION PRIMAIRE

3.1. JUSTIFICATION DE LA METHODE D'EXPLOITATION

Le gisement présente les caractéristiques suivantes :

- Il est constitué de « filons » rectilignes, qui affleurent en surface dans les saprolites, et s'enfoncent dans les saprolites ;
- les filons peuvent s'élargir dans leur partie supérieure, donnant lieu à une structure « en champignon » ;
- le minerai, comme l'encaissant, est de nature argileuse, donc relativement meuble.

L'exploitation consistera donc à creuser une fosse en long à ciel ouvert, le long du filon, en débutant sur une grande largeur, afin de pouvoir creuser suffisamment profond, pour pouvoir exploiter au maximum le filon. Cependant, plus la fosse est large, plus il est extrait du matériau localisé en dehors du filon, et ne contenant pas ou très peu d'or : il s'agit des **stériles d'extraction**. Le matériau est considéré comme un stérile d'extraction lorsqu'il contient moins de 2 g d'or par tonne.

Selon les estimations d'AUPLATA et d'après la Figure 8, l'exploitation d'une fosse conduit à l'extraction de 50% de stériles, et 50% de minerai aurifère, en moyenne, et de manière globale, sur l'ensemble du secteur minier.

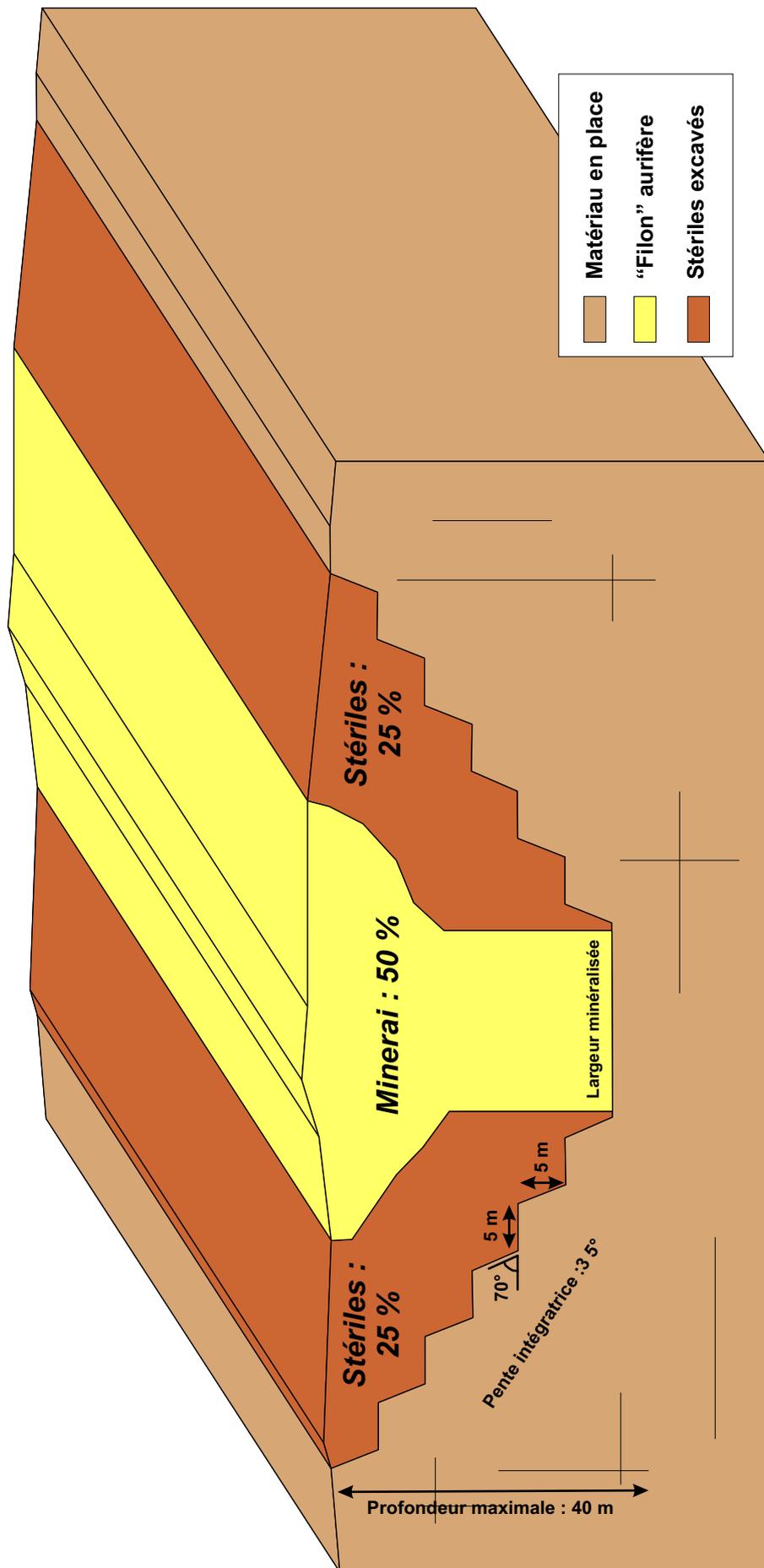
3.2. LOCALISATION DES FOSSES D'EXTRACTION

La Figure 4 présente des vues aériennes du site et de ses alentours, prises par hélicoptère en 2008. La Figure 2 localise les futures fosses d'extraction. Les fosses seront progressivement ouvertes (ou ré-ouvertes) dans cet ordre : Kerouani, Virgile central, Ovide, Virgile Sud.

3.3. LES ACCES

Des pistes suffisamment larges (au moins 10 m) pour le croisement de 2 tombereaux sont, et seront aménagées, permettant d'acheminer le minerai brut vers l'usine de traitement.

La couche de roulement est constituée de latérites ou de saprolites dures, extraites au niveau de carrières située dans le périmètre des ICPE. Les pistes sont rehaussées et nivelées régulièrement, surtout pendant la saison des pluies, durant laquelle le ruissellement des eaux peut les dégrader partiellement. **Les pentes des pistes sont toujours inférieures à 15 %.**



3.4. DEFRICHEMENT

Les terrains à exploiter sont déjà défrichés sur les secteurs Ovide, Virgile (central et Sud), et Kerouani.

Cependant, l'ouverture des verses à stériles situées à l'Ouest de Kerouani (verses B et C) et entre les fosses Ovide et Virgile Sud (verse D) nécessiteront un défrichage peu important.

La surface à défricher devrait être de l'ordre de **7 ha**.

3.5. DECAPAGE

La plupart des sites ayant déjà été exploités par le passé, **le décapage à effectuer sera limité**. Les surfaces à décapier seront les suivantes :

- 1,1 ha sur Kerouani ;
- 2,8 ha sur Virgile Sud ;
- 1,1 ha sur Virgile central ;

Soit un total de **5 ha** et environ **300 000 m³** de matière décapée foisonnée.

L'horizon pédologique supérieur, dit « terre végétale », est caractérisé par une certaine teneur en matière organique. Sous un climat tropical, caractérisé par de fortes précipitations et des températures relativement élevées tout le long de l'année, la matière organique se dégrade très vite, et se renouvelle par un *turn-over* constant des débris provenant du couvert végétal.

La couche de terre végétale est donc ici réduite, voire parfois absente, car la matière organique n'a pas le temps d'être immobilisée dans les sols. Le décapage consiste donc à retirer du terrain tous les débris végétaux jonchant le sol forestier. Cette couche est réutilisée pour le réaménagement d'autres zones du site.

Ces débris sont donc régalez sur les zones à réaménager (fosses abandonnées ou verses à stériles). Ils constituent une banque de graines favorable à la revégétalisation spontanée.

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

- une pelle sur chenilles,
- un tombereau,
- un bulldozer.

3.6. CHANTIER D'EXTRACTION

3.6.1. Mode d'extraction / principes de gestion géotechnique des fronts d'exploitation

Le choix d'AUPLATA est de garder, autant que possible, une hauteur fixe des fronts, de seulement 5 m, avec des banquettes rabattues, au final, à une largeur de 5 m. **La pente intégratrice sera donc au maximum de 45°, garantissant la stabilité des fronts à long terme (Cf. Figure 8).**

La méthode d'extraction, dite « en tranchée descendante », consiste à débiter l'extraction au sommet de la fosse, et à s'enfoncer progressivement dans le gisement, par paliers successifs. 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 10m, afin de permettre la circulation des engins en toute sécurité (elles seront rabattues au final à 5 m). Les tombereaux circuleront exclusivement sur le fond de la fosse.

L'étude géotechnique réalisée en 2009 et présentée en Annexe 3 préconise de retenir deux géométries en fonction de la profondeur d'exploitation :

- Pour les terrains le plus superficiels (tranche de 0 à 30 m), la hauteur des gradins ne devra pas être supérieure à 10 m, la largeur des banquettes ne devra pas être inférieure à 10 m ; et la pente des talus sera de l'ordre de 2v/1h. Quoiqu'il en soit la pente intégratrice maximale de 1v/1h devra être respectée.
- Pour les terrains plus profonds, la hauteur maximale des gradins pourra être ramenée à 15 m et la largeur minimale des banquettes à 8 m. La pente des gradins devra être de 5v/1h. La pente intégratrice maximale à respecter sera de 2v/1h.

Des calculs informatiques de stabilité ont été réalisés à l'aide du logiciel TALREN sur ces profils types. Un coefficient de sécurité de 1,3 a été retenu pour une situation considérée comme stable à moyen terme permettant d'apprécier la réalité de la stabilité des ouvrages étudiés.

- Pour les talus de la partie supérieure des chantiers (talus de 10 m de haut pentés à 2v/1h, génératrice à 1v/1h), le facteur de sécurité obtenu est de 1,3 ;
- Pour les de la partie inférieure des chantiers (talus de 15 m de haut, pentés à 5v/1h, génératrice 2v/1h), le facteur de sécurité obtenu est de 1,31 ;
- Pour l'ensemble des talus d'une fosse dont la géométrie varie en fonction de la profondeur selon les deux types de talus calculés ci-dessus, le facteur de sécurité obtenu est de 1,38 (en retenant un glissement plan).

Ainsi, **la stabilité de détail et d'ensemble des talus des fosses d'extraction sera pérenne dans le temps** mais devra être adaptée à la réalité de chaque cas, en fonction notamment des discontinuités qui pourraient être rencontrées et des variations des caractéristiques mécaniques des matériaux terrassés.

➤ **Adaptation aux discontinuités :**

Le diaclasage du massif exploité est prévisible, à partir notamment des observations sur les gradins en cours et peut être géré pour l'approfondissement du chantier. En l'état des données, le diaclasage n'a que peu d'incidence sur la stabilité des talus, avec seulement des volumes limités susceptibles d'être désolidarisés. Les possibles volumes susceptibles de devenir instables avec l'approfondissement du chantier, en raison de fractures relevées à un moment donné du terrassement devront conduire à adoucir localement les talus (création d'un gradin intermédiaire) ou parfois purger le dièdre instable prévisible.

Tous les blocs rocheux (quartz, roches vertes...) isolés ou désolidarisés de la masse seront purgés à l'avancement des terrassements.

Une surveillance régulière de l'état des talus sera réalisée par un géotechnicien afin de préciser les nécessités de purges éventuelles des panneaux de saprolite ou de blocs rocheux pour la pérennité des fosses dans le temps et la sécurité du personnel (Cf. Chapitre 7 - Tome 3 : Etude d'impact).

3.6.2. Transport du minerai vers l'usine

Le minerai sera transporté vers l'usine par tombereau, en utilisant les pistes qui sont, ou seront aménagées sur le site. Les tombereaux déversent le minerai sur un pré-stock, devant l'usine.

3.6.3. Gestion des stériles d'extraction

Les stériles seront stockés dans les zones suivantes :

- au niveau des anciens barranques de la **crique Dieu Merci**, au Nord du site (**sur environ 8,5 ha**) : **verse A**,
- dans le val du criquot situé **entre Ovide et Virgile Sud** (**sur environ 2 ha**) : **verse D** ;
- Dans une ancienne fosse adjacente à la future fosse Kerouani (**sur environ 0,8 ha**) : **verse B** ;
- Dans une zone située à proximité à l'Ouest de la future fosse Kerouani (**sur environ 2,9 ha**) : **verse C**.

La localisation des verses à stériles est indiquée en Figure 2.

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 stocks auront une hauteur maximale d'environ 12 m (Cf. Figure 9). Les fronts auront une hauteur de 3 m, et les banquettes auront une largeur de 4 m. **La pente intégratrice de ces stocks sera de 45°**. Ces valeurs sont issues de l'étude géotechnique disponible en Annexe 3.

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 sera ainsi assurée par toutes les mesures de gestion des eaux de ruissellement** précisées au § 6.2 p 48 et dans le Chapitre 7 - Tome 3 : Etude d'impact.

Les criques 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).

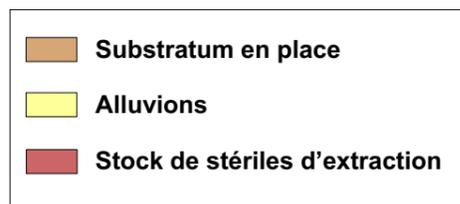
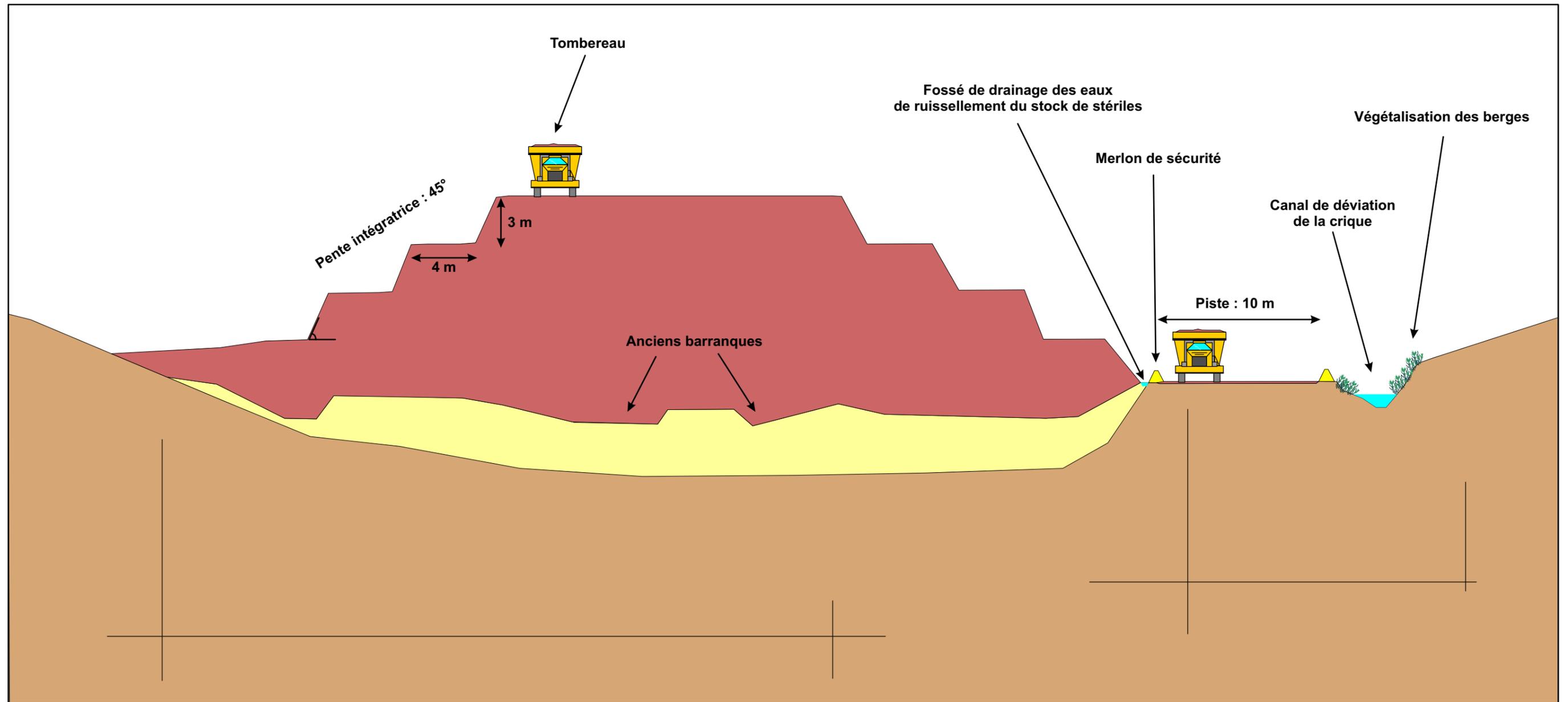
3.7. ENGINES NECESSAIRES, INSTALLATIONS ET EQUIPEMENTS ANNEXES

Les installations nécessaires au fonctionnement de la mine et au traitement du minerai (usine, base vie, ateliers, stocks d'hydrocarbures, groupes électrogènes, etc.) font l'objet d'une demande de régularisation, au titre des ICPE, déjà déposé et en cours d'instruction par les services de l'Etat.

Concernant cette demande d'AOTM, plusieurs infrastructures annexes sont ou seront mises en place sur le site :

- **Les pistes d'accès internes**, qui permettent de faire la liaison entre l'usine de traitement et la ou les fosse(s) d'extraction. Ces pistes évolueront en partie, avec la progression de l'extraction et des verses à stériles ;
- **Les bassins de décantation et de filtration**, seront aménagés aux extrémités des fossés de drainage des eaux pluviales des fosses et des verses (Cf. §6.6).

Les engins travaillant sur les secteurs miniers (2 pelles hydrauliques et 2 tombereaux), se ravitailleront au niveau du stock principal d'hydrocarbures de la Base vie (secteur relevant des ICPE).



	AUPLATA - Mine d'or de Dieu Merci - Commune de St Elie, Guyane Française (973) <i>Demande d'autorisation d'ouverture et régularisation de travaux miniers</i> Mémoire technique	Figure 9
	Stockage des stériles d'extraction (crique Dieu Merci) Source : AUPLATA	

3.8. VOLUMES ET TONNAGES DE MINERAI ET DE STERILES

1 555 000 t (972 000 m³) de minerai primaire saprolitique seront extraites au cours des années 3 à 18 (16 ans). Cette extraction s'accompagnera de 1 370 000 m³ de stériles de découverte et d'extraction qui seront stockés dans les verses A à D.

Tableau 3 : Cubatures de minerai primaire et de stériles pour chaque fosse

Fosse	Volume de minerai (m ³)	Tonnage de minerai (t)	Volume de stériles en places (m ³)	Volume de stériles foisonnés - 10% (m ³)	Volume de stériles de découverte foisonnés - 10% (m ³)	Volume de stériles + décapage foisonnés (m ³)
Kerouani	221 000	355 000	221 000	244 000	40 000	279 000
Virgile Central	418 000	670 000	418 000	460 000	54 000	509 000
Ovide	84 000	130 000	84 000	92 000	-	92 000
Virgile Sud	249 000	400 000	249 000	274 000	206 000	461 000
TOTAL	972 000	1 555 000	972 000	1 070 000	300 000	1 370 000

La [Figure 13](#) montre un plan de phasage global des activités minières sur le site de Dieu-Merci.

Les planches de phasage de l'extraction d'or primaire sont fournies en [Annexe 4](#).

3.9. TRAITEMENT PAR GRAVIMETRIE DU MINERAI PRIMAIRE

La présentation du procédé de traitement gravimétrique du minerai primaire sur le site de Dieu-Merci sera synthétique. L'usine gravimétrique est soumise aux ICPE et fait donc l'objet d'un dossier ICPE déposé en parallèle de celui-ci où elle est décrite plus en détail.

L'usine gravitaire 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 le minerai est séparé en une phase concentrée en or et une phase pauvre en or.

Au cours de ces deux étapes, le minerai est successivement mis en pulpe, broyé (réduction de la granulométrie), puis enrichi (par concentration gravitaire). La [Figure 10](#) présente le schéma du processus de traitement gravitaire du minerai primaire sur le site de Dieu-Merci.

3.9.1. Mise en pulpe et broyage

Le minerai est tout d'abord repris par une pelle hydraulique qui le dépose dans les trémies d'alimentation de l'usine. Cette unité de chargement doit être capable d'alimenter l'usine en continu à un rythme d'environ 20 tonnes à l'heure (soit une moyenne de 300 t/jour, et 100 000 t/an).

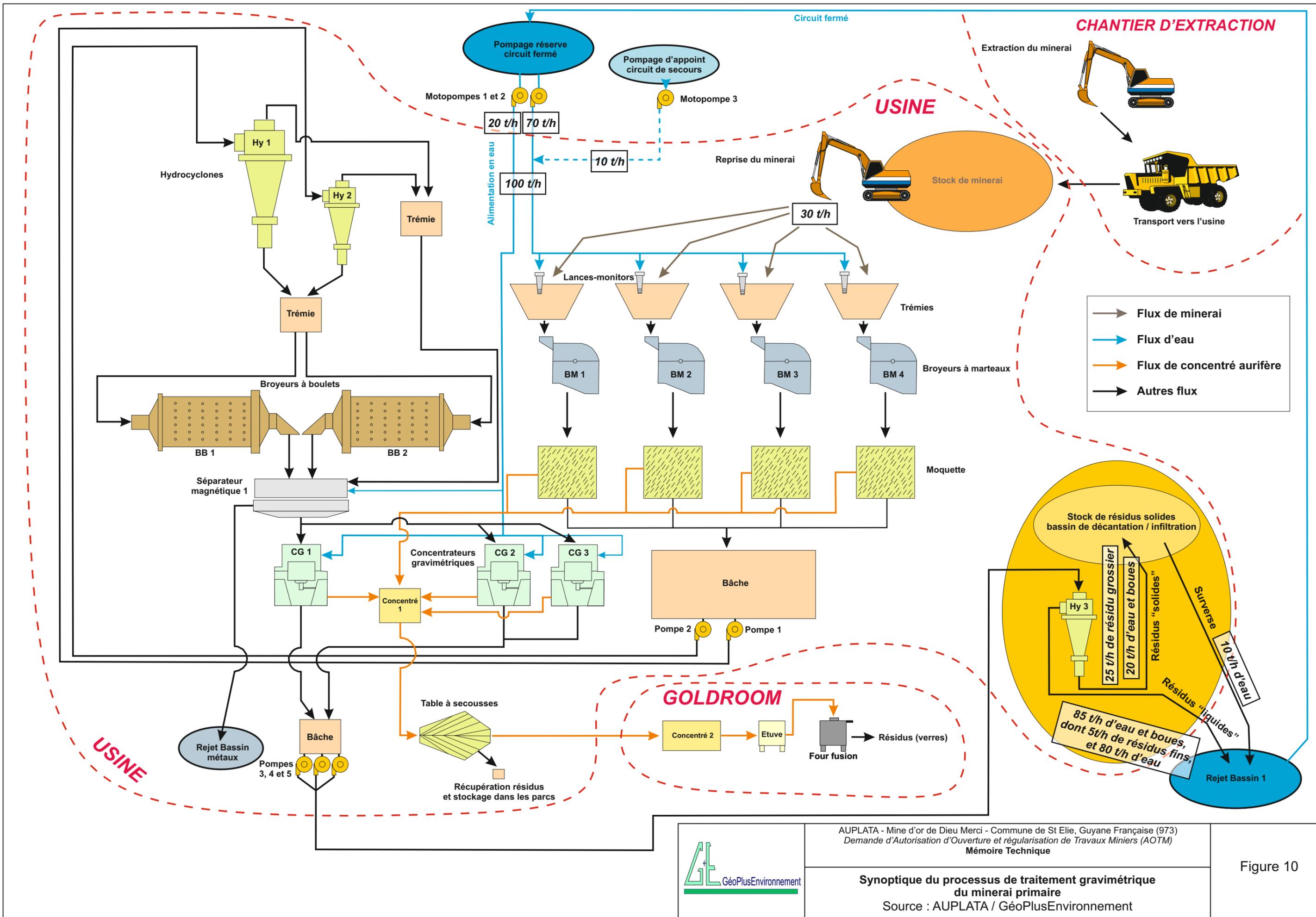


Figure 10

A l'embouchure de la trémie d'alimentation, le minerai saprolitique est mis en pulpe afin de pouvoir être acheminé par gravité dans le reste du circuit. La mise en pulpe se fait à l'aide d'une lance-monitor. Ce système fonctionne ainsi en **circuit fermé**. En cas de manque d'eau, un pompage occasionnel peut être effectué dans le bassin situé à l'Est de l'usine (Il s'agit du circuit de secours).

La pulpe est par la suite broyée à l'aide de broyeurs à marteaux. Une fois réduit à une maille de 0/2,5 mm, le minerai est acheminé vers 4 tables équipée de moquettes 3M. La récupération de l'or se fait sur la propriété de densité de l'or, qui est très élevée par rapport aux autres minéraux présents dans le minerai. La pulpe ruisselle sur le tapis, et les particules d'or, plus denses sont piégées par les fibres.

Le concentré est récupéré, et la pulpe restante est amenée vers une bêche, pour être pompée, afin de subir un deuxième traitement.

Les tapis ont donc ici un rôle de premier traitement, permettant de « dégrossir » le travail de valorisation de la pulpe.

3.9.2. Cyclonage et broyage secondaire

Le minerai subit ensuite un cyclonage afin de réaliser une classification granulométrique du matériau. Puis il est envoyé dans 2 broyeurs à boulets afin d'effectuer un broyage secondaire et diminuer encore la granulométrie des particules.

3.9.3. Séparation magnétique

A la sortie de chacun des deux broyeurs à boulets, le minerai est acheminé sur une goulotte large permettant l'étalement du minerai pour plus de surface de contact avec le séparateur magnétique cylindrique. Celui-ci récupère les particules magnétiques qui se collent à sa surface. Il s'agit essentiellement de minéraux magnétiques présents dans le minerai au départ (magnétite) et de résidus d'usure des consommables de broyeurs (acier de boulets et d'un peu de marteaux). Par percolation d'eau sur la surface du cylindre, les particules sont stoppées et s'agrègent entre elles.

3.9.4. Concentration gravimétrique

Les particules non magnétiques font l'objet d'une valorisation par concentration gravimétrique. Les appareils utilisés sont de types Knelson 30 et 2K20. La séparation se fait au moyen de l'utilisation d'un lit fluidisé sous une gravité additionnelle créée par la rotation du cylindre à l'intérieur de l'appareil. La pulpe de minerai est introduite au niveau de la partie inférieure du bol. Sous l'effet de la force centrifuge générée par la rotation, la pulpe est projetée contre la paroi du bol et remplit les espaces inter-riffles.

Sur le site de Dieu-Merci, 3 concentrateurs sont utilisés.

3.9.5. Séparation gravitaire

Enfin, une séparation gravitaire est ensuite effectuée à l'aide d'une table à secousses. Celle-ci présente des riffles disposés « en arrêtes de poisson » de part et d'autre de son axe central. Une alimentation en eau sur toute la longueur se fait par de petits robinets. L'eau s'écoule perpendiculairement à l'allongement de la table. Un moteur anime l'ensemble des secousses asymétriques longitudinales. La lame d'eau et les secousses permettent ainsi aux grains de se classer par taille et par densité entre les riffles.

Le tableau suivant reprend les principales données chiffrées de l'usine de traitement gravimétrique.

Usine de traitement gravimétrique		
Densité	Densité du minerai aurifère	1,4
Teneurs	Teneur en or moyenne du minerai	2 à 8 ppm (abaissement de la teneur de coupure grâce à l'ajout d'un traitement complémentaire par cyanuration)
Capacités	Rythme de traitement	300 t/j (330 j/an) 100 000 t/an
	Tonnage d'or récupérable	25 kg/mois 300 kg/an
	Débit de la lance-monitor pour la mise en pulpe	70 m ³ /h
	Capacité de chacun des 4 broyeurs à marteaux	30 m ³ /h
Rejets gravitaires	Rejets grossiers	40 000 m ³ /an 50 000 t/an
	Rejets fins	40 000 m ³ /an 50 000 t/an
	Rejets gravitaires totaux	80 000 m ³ /an 100 000 t/an

4. ORGANISATION DU PROGRAMME DE REPRISE DES REJETS GRAVITAIRES

Ce projet d'ouverture de travaux minier vise également à reprendre les anciens bassins de rejets gravitaires du site de Dieu Merci en vue du retraitement des rejets gravitaires par cyanuration.

4.1. JUSTIFICATION DE LA METHODE D'EXPLOITATION

Le gisement de « minerai secondaire » présente les caractéristiques suivantes :

- Il est constitué de rejets gravitaires meubles ;
- Les rejets gravitaires sont partiellement humides.

La reprise des rejets gravitaires ne conduira pas à l'extraction de stérile.

La méthode de reprise des rejets sera fonction de leurs caractéristiques physiques et géomécaniques :

- pour des matériaux peu humides, présentant une bonne cohésion, et permettant l'accès à des engins de chantier (de type sable sec ou sable induré), la reprise se fera directement à la pelle hydraulique ;
- pour des matériaux humides et présentant une faible cohésion (matériau sablo-argileux), la reprise se fera par mise en pulpe à la lance monitor et pompage vers un crible, puis reprise par pompe, hydrocyclonage et mise en stock avant d'être traité par l'UMTMA (Cf. *Figure 11*).

L'expérience acquise par AUPLATA dans la reprise et le retraitement par gravimétrie des rejets gravitaires du bassin n°1 montre que ce bassin se prête parfaitement à une reprise à la pelle mécanique (Cf. *Figure 3*).

4.2. LOCALISATION DES BASSINS DE REJETS GRAVITAIRES A REEXPLOITER

Les bassins de rejets gravitaires à réexploiter sont situés au niveau de la limite Sud-Est du périmètre ICPE du site de Dieu Merci.

D'amont en aval, ces bassins de rejets sont désignés comme suit :

- Bassin n°1 : élévation de 95 à 93 mètres NGG ;
- Bassin n°2 : élévation de 89 à 88 mètres NGG.

La *Figure 2* présente la localisation des bassins de rejets gravitaires à réexploiter.

4.3. DEFRICHEMENT

Les bassins de rejets gravitaires à réexploiter sont déjà défrichés. **Il n'y aura donc pas de défrichement supplémentaire.**

4.4. DECAPAGE

Aucun décapage ne sera nécessaire pour la reprise des rejets gravitaires des bassins n°1 et 2.

4.5. ACCES AUX BASSINS DE REJETS GRAVITAIRES

Des pistes suffisamment larges (au moins 10 m) pour le croisement de deux tombereaux sont, et seront, aménagées, permettant d'acheminer les rejets gravitaires vers l'UMTMA.

Des rampes d'accès seront créées à partir des pistes principales existantes pour accéder aux chantiers de reprise (voir photographie en *Figure 3*)

La couche de roulement sera constituée de latérites, extraites au niveau de carrières située dans le périmètre des ICPE. Les pistes sont rehaussées et nivelées régulièrement, surtout pendant la saison des pluies, durant laquelle le ruissellement des eaux peut les dégrader partiellement.

Les pentes des pistes sont toujours inférieures à 15 %.

4.6. CHANTIERS D'EXTRACTION

4.6.1. Mode d'extraction

Les deux méthodes de reprise seront :

- pour des matériaux peu humides, présentant une bonne cohésion, et permettant l'accès à des engins de chantier (de type sable sec ou sable induré), la reprise se fera directement à la **pelle hydraulique**. Les rejets gravitaires étant meubles, les fronts d'exploitation devront présenter une pente de 30° pour assurer leur stabilité ;
- pour des matériaux humides et présentant une faible cohésion (matériau boueux), la reprise se fera par **mise en pulpe** à la **lance monitor** et pompage par **motopompe** vers un crible, une bêche de reprise, un hydrocyclonage et un stockage tampon avant d'être dirigés vers l'UMTMA.

La méthode d'exploitation est illustrée dans la *Figure 11*.

4.6.2. Pompage de rabattement

La reprise des rejets à sec et à la pelle hydraulique sera favorisée.

Si des écoulements d'eaux souterraines circulant dans les rejets gravitaires étaient mis en évidence, un pompage de rabattement partiel et temporaire pourrait être nécessaire afin de dénoyer les matériaux à extraire et assurer une extraction à sec et en sécurité des rejets.

L'eau d'exhaure sera envoyée dans un des bassins d'eau claire déjà existant sur le site.

4.6.3. Transport des rejets vers l'UMTMA

Le transport des rejets jusqu'à l'UMTMA s'effectuera :

- Soit à l'aide de **tombereaux** en utilisant les pistes qui sont aménagées sur le site. Les rejets seront ensuite déversés soit sur un pré-stock, devant l'usine, soit directement dans la trémie d'alimentation de l'UMTMA ;
- Soit par **conduites**, si les rejets sont liquides. La pulpe sera traitée par hydrocyclonage et mise en stock tampon avant d'être introduite dans l'UMTMA.

4.7. ENGINES NECESSAIRES A L'EXPLOITATION MINIERE

Les engins nécessaires à la reprise des rejets gravitaires seront :

- Pelles hydrauliques et/ou lances monitors et motopompes ;
- Tombereaux ;
- Camion-citerne pour le ravitaillement des engins.

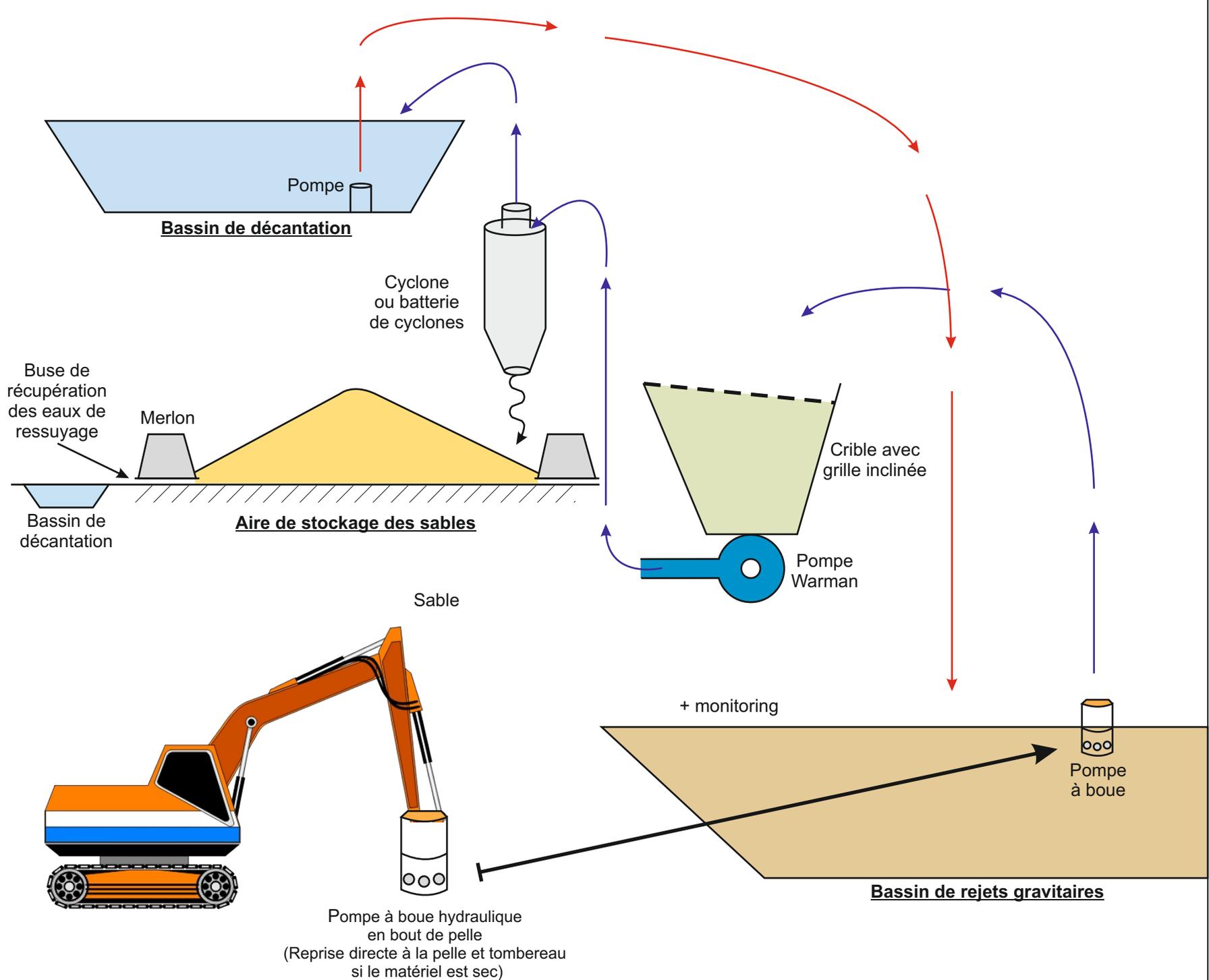


Figure 11

4.8. GESTION DES STERILES ISSUS DE L'EXPLOITATION

La reprise des rejets gravitaires ne sera pas à l'origine de stériles d'extraction.

4.9. VOLUMES ET TONNAGES REJETS GRAVITAIRES

800 000 t (610 000 m³) de rejets gravitaires à une teneur moyenne de 4,5 ppm seront extraites au cours des années 1 à 8 (8 ans). Cette exploitation ne générera pas de stériles d'extraction.

Tableau 4 : Volumes et tonnages de rejets de la gravimétrie pour les deux bassins repris

Ancien bassin de rejets de la gravimétrie	Production de minerai secondaire (rejets gravitaires)	
Bassin n°1	285 000 t	215 000 m ³
Bassin n°2	515 000 t	395 000 m ³
Total	800 000 t	610 000 m ³

La [Figure 13](#) illustre le phasage de l'extraction minière. Les planches de phasage correspondant aux 2 phases techniques associées à la reprise des rejets gravitaires sont fournies en [Annexe 5](#). Le phasage du stockage des résidus décyanurés (faisant l'objet d'un dossier ICPE déposé en parallèle) résultant du traitement par cyanuration des rejets gravitaires est également présenté.

4.10. PERENNITE DES DIGUES DES BASSINS 1 ET 2

La reprise des rejets gravitaires qui occupent actuellement les bassins 1 et 2 permettra d'accéder aux digues 1 (des deux côtés) et 2 (du côté Est) et ainsi de mettre en œuvre des travaux de confortement de ces édifices.

La digue 1 sera confortée par les travaux suivants :

- un matériau drainant graveleux sera tout d'abord mis en place en fond de bassin au pied de la digue, avec un « clouage » de ces matériaux dans les sables accumulés au fond du bassin en couches successives peu épaisses (15 cm) jusqu'au refus. Cette semelle graveleuse permettra de maîtriser les fuites affectant le sol de fondation de la digue, ainsi que de réaliser un terrassement sans déstabilisation de l'édifice ;
- la digue sera alors remontée en couches compactées n'excédant pas 40 cm d'épaisseur une fois mises en place. Ces couches pourront être constituées de saprolites ou de sables, en s'attachant alors à mettre principalement en place les sables les plus grossiers du côté Nord de la digue, en amont des écoulements ;
- l'exutoire du chenal de surverse sera décalé latéralement de façon à déverser les eaux plus vers le côté aval.

Ces aménagements permettront de conférer à la digue 1 une stabilité satisfaisante.

La **digue 2** montre une stabilité actuellement satisfaisante (le rapport de visite géotechnique 2014 des digues existantes du site de Dieu Merci est fourni en [Annexe 6](#)), mais sa hauteur, combinée à une érosion partielle en son pied, sont des facteurs de risque que les aménagements suivants permettront de limiter :

- la digue ne sera pas relevée plus haut que son niveau actuel (hauteur de 15 m au maximum) ;

- des massifs graveleux, à rôle de confortement des corps de digue et d'éperon drainant, seront mis. Ces matériaux viendront combler les zones érodées en pied de digue ;
- un dispositif évacuateur des crues sera maintenu ;
- l'état de l'ouvrage fera l'objet d'une surveillance régulière.

Le rapport fourni en Annexe 7 récapitule les travaux de suivi et d'entretien réalisés sur les digues du site de Dieu Merci en 2014-2015.

Les modalités de surveillance des digues D1 et D2, ouvrages communs avec les installations ICPE sont précisés dans Arrêté Préfectoral n°2015-322-0002 du 18/11/2015 autorisant la société AUPLATA SA à exploiter une installation de séparation gravitaire d'or primaire et une unité modulaire de traitement du minerai aurifère sur la commune de St Elie (§ 9.1.4) :

1. Dispositifs de surveillances

Pour chacune des 8 digues du site, l'exploitant doit mettre en place les dispositifs de surveillance suivants :

- un réseau de piézomètres (minimum deux en aval de chaque digue) visant à déterminer la ligne de saturation ;
- un inclinomètre par digue, sur le côté aval.

2. Surveillance quotidienne

La surveillance quotidienne doit être matérialisée sur un registre et doit permettre de contrôler :

- la date, les conditions météorologiques et les conditions d'exploitation lors de la visite ;
- les indices de mouvements en crête, sur les parements et en pied de remblai ;
- les indices de percolations sur le parement et en pied de remblai.

Une anomalie relevée lors de la surveillance quotidienne doit être suivie par l'intervention d'un géotechnicien.

3. Surveillance hebdomadaire

La surveillance hebdomadaire doit être matérialisée sur un registre et doit permettre de contrôler et de noter :

- le niveau de surnageant relevé sur une échelle limnimétrique ;
- les volumes amenés et pompés ;
- le suivi de la pente des remblais ;
- la surveillance des canaux de dérivation ;
- les travaux d'entretien effectués ;
- la mesure du niveau d'eau au niveau des piézomètres ;
- les incidents et dysfonctionnements du bassin ou ceux de l'exploitation ayant des implications au niveau du bassin (systèmes d'amenée et de pompage par exemple) et leur traitement.

Une anomalie relevée lors de la surveillance hebdomadaire doit être suivie par l'intervention d'un géotechnicien.

4. Surveillance semestrielle

Une revue semestrielle doit être réalisée par un bureau d'étude extérieur. Elle doit permettre notamment de contrôler :

- le bon état général des digues ;
- la vérification de la pente des digues, et la vérification des inclinomètres ;
- l'éventuel mouvement des ouvrages par repères ou relevés topographiques ;
- le suivi régulier des digues par l'exploitant.

Les rapports sont communiqués une fois par an à l'inspection des installations classées.

Ce programme de surveillance sera appliqué aux digues D1 et D2, concernées par les travaux de reprise des rejets de la gravimétrie.

4.11. TRAITEMENT PAR CYANURATION DES REJETS GRAVITAIRES

La présentation du procédé de cyanuration du minerai secondaire sur le site de Dieu-Merci sera synthétique. L'UMTMA est soumise aux ICPE et fait donc l'objet d'un dossier ICPE déposé en parallèle de celui-ci où elle est décrite plus en détail.

4.11.1. Préparation de la pulpe cyanurée

Les rejets gravitaires sont tout d'abord introduits dans 2 broyeurs à boulets afin d'avoir une granulométrie inférieure à 80 μm , puis mis en pulpe par ajout d'eau, ainsi que de chaux pour faire monter le pH de la pulpe.

4.11.2. Lixiviation

La lixiviation de l'or s'effectue par ajout de cyanure de sodium en solution dans le circuit de broyage, ainsi que dans le premier réservoir de lixiviation. La concentration de cyanure sera maintenue initialement à environ 500 ppm. L'or en solution est adsorbé sur le charbon activé (écale de noix de coco) en concentration d'environ 15 grammes par litre de pulpe dans les réservoirs.

Cette concentration de charbon doit permettre un taux de récupération de l'or en solution supérieur à 99 % pour cette étape.

4.11.3. Elution et électrolyse

Pour des raisons de sécurité, les opérations d'électrolyse et d'affinage seront effectuées dans une salle séparée du reste du procédé.

La solution à haute teneur en or est acheminée vers la cellule électrolytique où l'or se plaque sur des cathodes en acier inoxydable après avoir traversé deux échangeurs de chaleur, pour en abaisser la température sous le point d'ébullition.

Les cathodes sont retirées de la cellule électrolytique et lavées avec de l'eau. Les boues métalliques aurifères résultant de ce lavage seront séchées, mélangées avec des fondants appropriés et affinées pour en produire des lingots de doré.

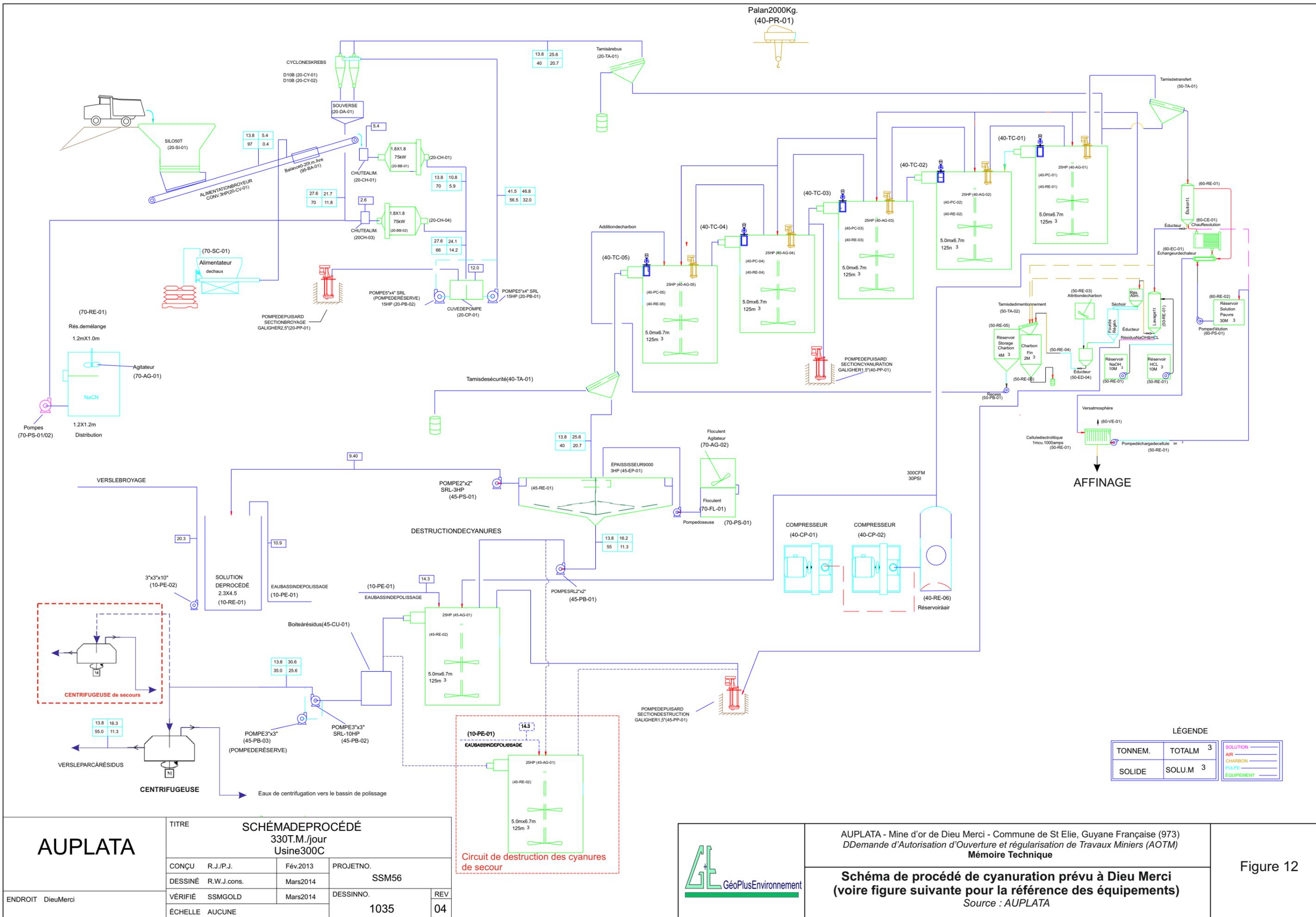
4.11.4. Destruction des cyanures

À la sortie du dernier réservoir de lixiviation, la pulpe contenant des cyanures sera acheminée vers un réservoir ventilé.

Le traitement prévu pour la pulpe cyanurée est le **procédé SO₂/air**.

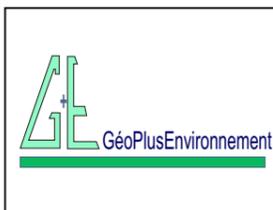
La réaction de destruction des cyanures se développe en présence de cuivre soluble qui agit comme catalyseur. Le pH requis varie entre 8,0 et 9,0 ce qui nécessite l'apport de soude pour neutraliser les ions hydrogènes produits. L'oxydation produit des ions cyanates (CNO⁻) et les ferrocyanures présents (réaction entre le minerai et le cyanure) se transforment en complexes forts de ferrocyanures. Du peroxyde d'hydrogène sera ajouté afin d'abaisser la teneur en cyanure et en métaux lourds de la pulpe.

Ainsi les résidus à stocker ne contiendront que de **faibles quantités de cyanures non solubles, sous forme de complexes forts en très grande majorité** (éventuelles traces de cyanures libres et d'ions cyanates).



AUPLATA

TITRE		SCHÉMA DE PROCÉDÉ	
		330T.M./jour Usine 300C	
CONÇU	R.J./P.J.	Fév.2013	PROJETNO.
DESSINÉ	R.W.J.cons.	Mars2014	SSM56
VÉRIFIÉ	SSMGOLD	Mars2014	DESSINNO.
ÉCHELLE	AUCUNE		1035
			REV
			04



AUPLATA - Mine d'or de Dieu Merci - Commune de St Elie, Guyane Française (973)
 DDemande d'Autorisation d'Ouverture et régularisation de Travaux Miniers (AOTM)
Mémoire Technique

Schéma de procédé de cyanuration prévu à Dieu Merci
 (voire figure suivante pour la référence des équipements)
 Source : AUPLATA

Figure 12

LÉGENDE

TONNEM.	TOTALM	3
SOLIDE	SOLU.M	3

SOLUTION
 AIR
 CHARBON
 PULPE
 ÉQUIPEMENT

Tableau récapitulatif des grands postes d'équipement de l'UMTMA et les puissances associées :

Poste d'utilisation	Détail	Puissance installée (kW)
Alimentation en eau	Pompes eau fraîche, eau de procédé, éducteur...	30,00
Broyage	Broyeurs à boulets, divers convoyeurs, tamis, pompes et divers	202,85
Lixiviation	Agitateurs, pompes, tamis, compresseurs et divers	235,93
Epaississeur	Epaississeur (moteur, mécanisme...), pompes et divers	6,75
Destruction des cyanures	Pompes	34,85
Epaississement des résidus décyanurés	Centrifugeuse	2x75
Traitement du charbon	Tamis, four à régénération, agitateurs, tamis vibrant, pompes et pont roulant	8,80
Laboratoire	Désorption, électrolyse	181,60
Distribution des réactifs	Système de distribution, agitateurs, pompes	9,80
TOTAL	Connecté	853,83
	Doublons	- 85
	Net	768,83
	Utilisé à 80 %	615

5. CHRONOGRAMME DU PROJET MINIER

La société AUPLATA va donc procéder à 2 activités sur son site de Dieu-Merci, à savoir l'extraction du minerai primaire au niveau des fosses, et l'extraction des rejets gravitaires situés dans les bassins 1 et 2.

Le minerai primaire sera d'abord traité à l'usine gravitaire, ses rejets seront stockés provisoirement dans les bassins, puis seront récupérés et retraités dans l'UMTMA. Les déchets ultimes, décyanurés, seront alors stockés dans les parcs à résidus.

On distinguera donc deux grandes types de travaux miniers :

1) La reprise des anciens rejets de la gravimétrie :

- Années 1 et 2 : vidange d'une partie du **bassin 1**, mise en place d'une digue de séparation pour empêcher le contact entre les rejets en attente de cyanuration et les déchets ultimes décyanurés. Réinterprétation des données d'exploration, réévaluation des ressources primaires à la teneur de coupure de 2 g/t.
- Année 3 : finalisation de la reprise du **bassin 1**.
- Années 4 à 8 : reprise du **bassin 2**.

Cette reprise concernera 800 000 t (610 000 m³) de rejets gravitaires à une teneur moyenne de 4,5 ppm et se déroulera au cours des années 1 à 8 (8 ans). Elle ne générera pas de stériles d'extraction.

2) L'extraction de minerai primaire saprolitique :

- Année 3 : redémarrage de l'extraction primaire sur la fosse **Kerouani** parallèlement à la finalisation de la reprise du **bassin 1**.
- Années 4 à 6 : finalisation de l'extraction de minerai primaire sur la fosse **Kerouani** parallèlement au début de la reprise du **bassin 2**.
- Année 7 et 8 : redémarrage de l'extraction de minerai primaire sur la fosse **Virgile central** parallèlement à finalisation de la reprise du **bassin 2**.
- Année 9 et 10 : extraction sur la fosse **Virgile central** ;
- Année 11 à 14 : extraction de minerai primaire sur les fosses **Virgile central** et **Ovide** ;
- Année 15 à 18 : extraction de minerai primaire sur la fosse **Virgile Sud**.

1 555 000 t (972 000 m³) de minerai primaire saprolitique seront extraites au cours des années 3 à 18 (16 ans). Cette extraction s'accompagnera de 1 370 000 m³ de stériles de découverte et d'extraction qui seront stockés dans les verses A à D.

Le Tableau 5 en pages suivante récapitule :

- ✓ Le phasage des travaux miniers : reprise des anciens rejets de la gravimétrie, extraction du minerai primaire saprolitique et la mise en verse des stériles de découverte et d'extraction ;
- ✓ Les tonnages et volumes de minerai primaire et secondaire extraits par grandes phases d'exploitation ;
- ✓ Les volumes et mouvements des stériles d'extraction par grandes phases d'exploitation ;
- ✓ Le phasage des travaux d'enherbement provisoire et de revégétalisation.

Il précise, pour chaque travaux, les infrastructures concernées (bassin, fosses, verses...).

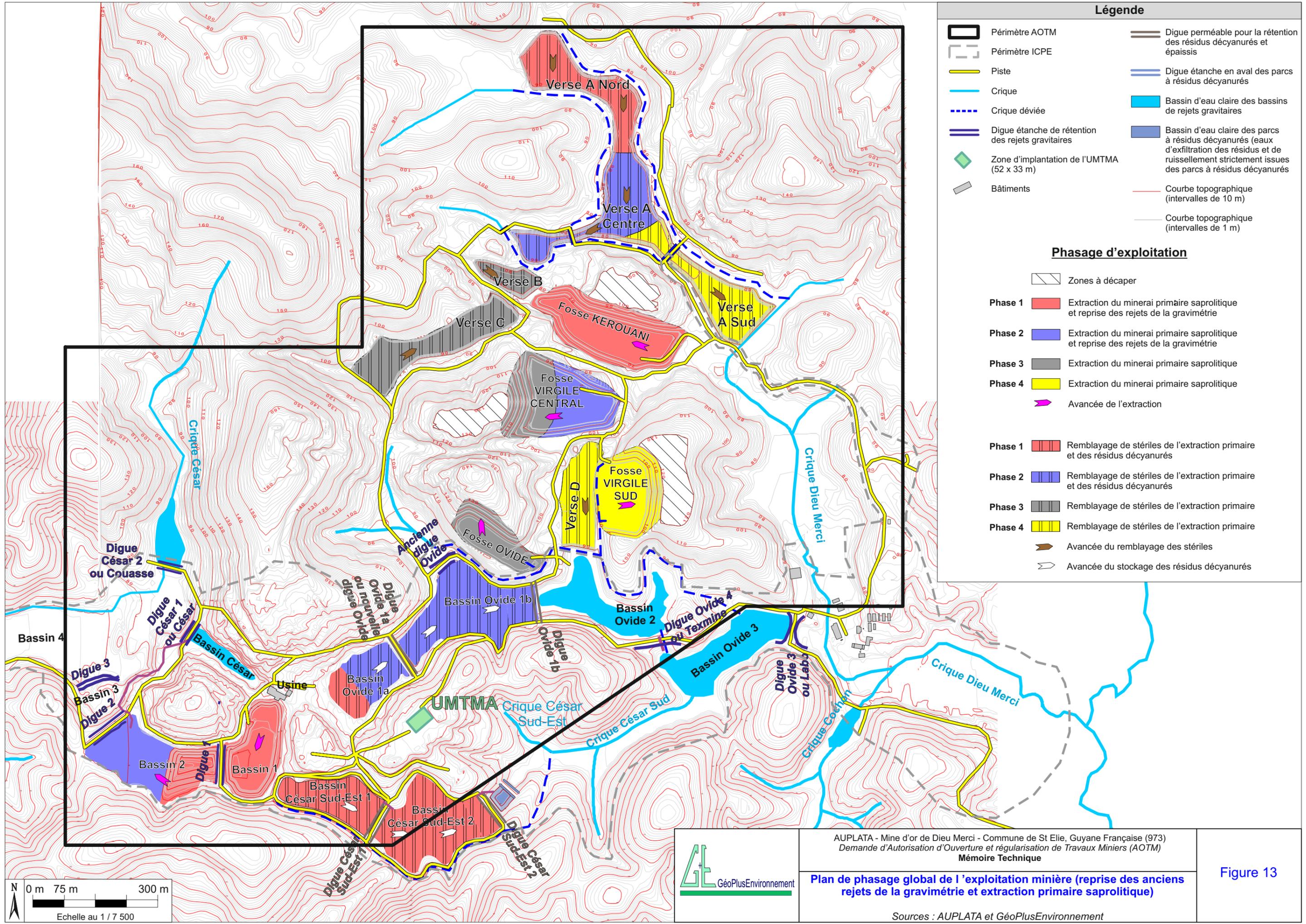
La Figure 13 montre un plan de phasage global des travaux miniers sur le site de Dieu-Merci.

Les planches correspondant aux 4 phases techniques (phase n°1 à 4) de l'extraction d'or primaire sont fournies en Annexe 4.

Les planches correspondant aux 2 phases techniques (phases n°1 et 2) de la reprise des anciens rejets de la gravimétrie sont fournies en Annexe 5.

Tableau 5 : Chronogramme de l'exploitation, tonnages et volumes de minerai primaire et secondaire extraits, volumes et mouvements des stériles d'extraction, enherbement provisoire et revégétalisation

Phases d'exploitation	Phase 1						Phase 2				Phase 3				Phase 4				Finalisation de la remise en état		
	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
Reprise des <u>anciens rejets de la gravimétrie</u>	Bassin 1			Bassin 2																	
	430 000 t / 325 000 m ³						370 000 t / 285 000 m ³														
Extraction du <u>minerai primaire saprolitique</u>			Fosse Kérouani			Fosse Virgile central						Fosse Ovide		Fosse Virgile Sud							
			355 000 t / 221 000 m ³			380 000 t / 240 000 m ³				420 000 t / 262 000 m ³		400 000 t / 249 000 m ³									
Mise en verse des <u>stériles de découverte et d'extraction</u>			Verse A						Verses B et C				Verses A et D								
			283 000 m ³			319 000 m ³				287 000 m ³		275 000 m ³									
Enherbement provisoire	César Nord, Divers	Digue César Sud Est 1 Verse D	Talus usine ICPE, divers	Divers	Digue César sud Est 2		Divers				Divers		Divers		Divers		Divers		Divers		
Réhabilitation et revégétalisation définitive	Monte Cristo, Virgile Ouest, César Nord, César Sud		Camp Texmine bassin césar sud Est (ICPE)	Fosse César, Quartz	Ovide, bassin César Sud-Est 1		Bassin César Sud-Est 2	Kérouani Nord et Ouest	Fosse Kérouani, Verse A Nord		Virgile central Est, Verse A centre	Bassin César	Virgile central Ouest, bassin 1		Fosse Ovide, Verses B et C		Bassin Ovide 1A, Bassin 2	Fosse Virgile Sud, Verse A Sud	Verse D, bassin Ovide 1b		



Légende

- Périmètre AOTM
- Périmètre ICPE
- Piste
- Crique
- Crique déviée
- Digue étanche de rétention des rejets gravitaires
- Zone d'implantation de l'UMTMA (52 x 33 m)
- Bâtiments
- Digue perméable pour la rétention des résidus décyanurés et épaissis
- Digue étanche en aval des parcs à résidus décyanurés
- Bassin d'eau claire des bassins de rejets gravitaires
- Bassin d'eau claire des parcs à résidus décyanurés (eaux d'infiltation des résidus et de ruissellement strictement issues des parcs à résidus décyanurés)
- Courbe topographique (intervalles de 10 m)
- Courbe topographique (intervalles de 1 m)

Phasage d'exploitation

- Zones à décaper
- Phase 1** Extraction du minerai primaire saprolitique et reprise des rejets de la gravimétrie
- Phase 2** Extraction du minerai primaire saprolitique et reprise des rejets de la gravimétrie
- Phase 3** Extraction du minerai primaire saprolitique
- Phase 4** Extraction du minerai primaire saprolitique
- Avancée de l'extraction
- Phase 1** Remblayage de stériles de l'extraction primaire et des résidus décyanurés
- Phase 2** Remblayage de stériles de l'extraction primaire et des résidus décyanurés
- Phase 3** Remblayage de stériles de l'extraction primaire
- Phase 4** Remblayage de stériles de l'extraction primaire
- Avancée du remblayage des stériles
- Avancée du stockage des résidus décyanurés



AUPLATA - Mine d'or de Dieu Merci - Commune de St Elie, Guyane Française (973)
 Demande d'Autorisation d'Ouverture et régularisation de Travaux Miniers (AOTM)
 Mémoire Technique

Plan de phasage global de l'exploitation minière (reprise des anciens rejets de la gravimétrie et extraction primaire saprolitique)

Sources : AUPLATA et GéoPlusEnvironnement

Figure 13

6. GESTION DES EAUX DU SITE

Les opérations de ravitaillement des engins seront effectuées sur une aire de rétention, au niveau du stock principal d'hydrocarbures, classé en tant qu'ICPE. Les aménagements liés aux opérations des engins ne sont donc pas concernés par ce dossier Code Minier.

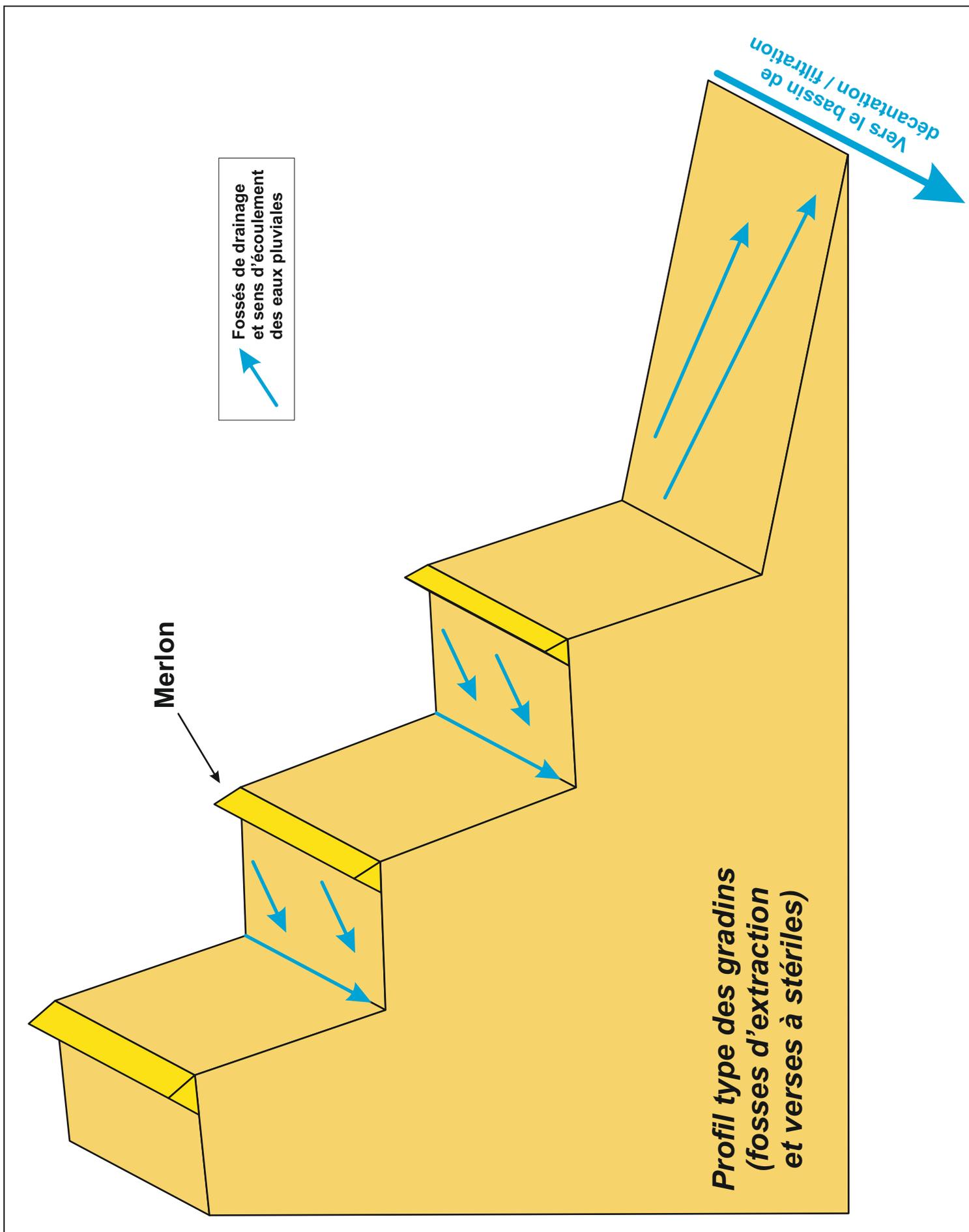
Les eaux de ruissellement provenant des fosses d'extraction, des zones décapées et du stockage de stériles, seront **drainées par des fossés de collecte**. Ces fossés aboutiront à des bassins de décantation et de filtration, avant rejet des eaux vers le milieu naturel.

6.1. FOSSES D'EXTRACTION

- Rappel : les eaux météoriques extérieures aux fosses d'extraction, ruisselant depuis l'amont, seront drainées par un fossé périphérique, afin qu'elles ne s'écoulent pas sur les fronts ;
- Chaque tête de gradin recevra sur sa bordure un merlon destiné à éviter que les eaux pluviales se déversent sur les gradins suivants. Les gradins auront par ailleurs une légère contre-pente vers l'intérieur des massifs (pente contraire à celle du front d'extraction), ainsi qu'une pente longitudinale vers l'extérieur des chantiers, de façon à évacuer les eaux hors des terrassements, à l'extrémité des gradins ;
- Si nécessaire, des fossés à rôle d'exutoire du ruissellement s'effectuant sur les gradins, pourront être créés, avec un caractère déversant vers le chantier, si les longueurs de gradins ne permettent pas une parfaite évacuation des eaux pluviales. Ces fossés seront entretenus régulièrement et les eaux seront dirigées vers les bassins de décantation et de filtration ;
- Aucune stagnation d'eau ne se fera sur les gradins (pas de point bas, etc.) ;
- La pente générale du chantier en fond de terrassement (gradin de base) permettra l'évacuation spontanée des eaux, de façon notamment à éviter de baigner le pied des talus terrassés, cet aspect pouvant avoir un rôle déstabilisateur ;
- Les fronts auront une pente aussi forte que possible, de façon à limiter les possibilités de creusement de microcanyons.

6.2. VERSES A STERILES

- 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 (*Cf. Figure 14*) ;
- La revégétalisation limitera considérablement le ruissellement des eaux pluviales depuis l'amont. Ainsi, les eaux de ruissellement sur ces remblais seront maintenues toujours en volume aussi faible que possible, et limité à l'impluvium immédiat ;
- Les criques seront déviées, à l'extérieur des stocks de stériles d'extraction ;
- Toute stagnation et infiltration d'eau sur les verses à stériles, de nature à les déstabiliser, sera évité en leur donnant une morphologie régulière, et en évitant d'y créer des points bas non drainés, en particulier en tête des verses ;



- La principale mesure destinée à éviter 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.

Ce programme a été développé par VERDAL REFORESTAGE (Jean WEIGEL), filiale d'AUPLATA spécialisée dans la remise en état des sites miniers.

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).

Le choix des herbacées sera déterminé selon les conditions stationnelles, après observation de la dynamique des espèces rudérales déjà présentes. Toutefois, toutes ces espèces, parfois déjà présentes sur site, même lorsque naturalisées, sont d'origine exogènes à l'écosystème forestier tropical humide. Elles peuvent être à tendance envahissante, mais uniquement sur les milieux ouverts et très perturbés : **elles s'éteindront d'elles-mêmes sous couvert arboré lors du réaménagement final**.

Sur les talus pentus, l'**herbe à vache** (*Homolepis aturensis*) s'implante spontanément, avec une dynamique de croissance de l'aval vers l'amont. A condition de pouvoir apporter un minimum de **bonnes terres**, la **graminée gazonnante** *Bracharia umbellata*, forme, quant à elle, des tapis descendants. Enfin, pour clore cette petite liste non exhaustive, deux graminées à forts systèmes racinaires, seront utilement plantées pour lutter contre la genèse de glacis : le **Vetiver** *Vetiver zizanoïdes*, ainsi que *Paspulum millegranum*.

Ces espèces ne sont pas forcément déjà présentes dans les zones à l'intérieur de la Guyane, et elles devront donc y être apportées sur site, puis cultivées en pépinière ou sur des espaces de culture, afin de pouvoir y prélever les éclats de mottes. Dans tous les cas des travaux préparatoires et d'accompagnement « au champ » seront indispensables pour favoriser leur démarrage dans les zones à ré-enherber.

Les boutures de *Paspulum millegranum* seront récoltées sur les zones déjà enherbées spontanément, et mises en jauge à la pépinière du site (description de la pépinière ci-après), ou réutilisées directement sur une autre zone à enherber.

Cet enherbement interviendra en amont des opérations de revégétalisation dans le cadre du réaménagement coordonné. Les zones enherbées pourront faire l'objet de terrassement, même après enherbement, car le couvert sera peu dense. Elles seront régulièrement entretenues pour éviter toute prolifération.

6.3. PISTES

Chaque piste sera longée d'un fossé, recueillant les eaux de ruissellement. Des bassins de décantation-filtration seront aménagés aux sorties des fossés. Le dimensionnement de ces bassins est détaillé au § 6.6.

6.4. BASSINS DE REJETS GRAVITAIRES

- Les **eaux météoriques** extérieures aux bassins de rejets gravitaires, ruisselant depuis l'amont, **seront drainées par un fossé périphérique**, afin qu'elles ne s'écoulent pas sur les zones en travaux ;
- Un **bassin de décantation** sera aménagé **au fond des zones en cours d'extraction** afin de collecter et décanter les eaux de ruissellement et les éventuelles eaux d'exhaures si leur écoulement est limité (suintements). Ce bassin sera régulièrement vidangé par pompage et les eaux seront dirigées vers le bassin d'eau claire le plus proche (bassin César par exemple) ;

6.5. PLATEFORME DE STOCKAGE TEMPORAIRE DES REJETS GRAVITAIRES

La plateforme de stockage des rejets gravitaires avant le traitement par cyanuration sera ceinturée par un fossé collectant les eaux de ruissellement issues du stock tampon et les dirigera vers un bassin de décantation.

6.6. AMENAGEMENT DES BASSINS DE DECANTATION

6.6.1. Bassins liés à la zone d’extraction de minerai primaire

Les opérations de ravitaillement des engins sont effectuées sur une aire de rétention, au niveau du stock principal d’hydrocarbures, classé en tant qu’ICPE.

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

Dans le cas de ce projet, les bassins versants correspondront aux surfaces des fosses d’extraction (4 fosses) et des stocks de stériles d’extraction (4 stocks). Il y aura **6 bassins de décantation**, appropriés à chacune de ces zones :

- **Pour les fosses**, l’eau ruissellera jusqu’au fond de fouille, qui sera légèrement incliné vers le bassin de décantation, avant rejet vers le milieu naturel (fossé ou crique déviée). Si besoin, l’eau sera dirigée vers un puisard situé en fond de fouille, puis pompé vers les fossés et les bassins de décantation ;
- **Pour les stocks de stériles**, des fossés seront aménagés sur le pourtour du stock, afin de diriger l’intégralité des eaux de ruissellement vers le bassin de décantation. Ce dernier, de nature provisoire, se situera à l’extrémité du stock, et sera déplacé au fur et à mesure de des grandes étapes de l’avancement des remblais. **Ces bassins sont dimensionnés par rapport à la surface maximale remblayée, et non réaménagée (soit environ 2 ha).**

Les fossés longeant les pistes devront aussi aboutir à des bassins de décantation, avant rejet vers le milieu naturel. **Un bassin type a été dimensionné, correspondant à 1 km de piste** (la largeur de la piste sera de 10 m). AUPLATA pourra déduire le dimensionnement des bassins, en fonction de la longueur de fossé drainé, en le prenant pour référence.

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 3 fois supérieure à la largeur de celui-ci. Les dimensions résultantes pourraient donc être les suivantes :

Zone drainée	Volume du bassin (m ³)	Surface (m ²)	Longueur approximative du bassin (m)	Largeur approximative du bassin (m)
Fosse Ovide - 1,9 ha	107	36	10	3,5
Fosses Kerouani+Virgile central - 9,1 ha	257	86	16	5,3
Fosse Virgile Sud+ Stériles D - 5,4 ha	305	102	17	5,8
Verse stériles Nord A - 7,7 ha	435	145	21	7

Zone drainée	Volume du bassin (m ³)	Surface (m ²)	Longueur approximative du bassin (m)	Largeur approximative du bassin (m)
Verse stériles Nord A bis - 1 ha	57	19	8	2,5
Verses stériles à l’Ouest de Kerouani - B et C - 6,1 ha	345	115	19	6,2
Référence pour 1 km de piste	57	19	8	2,5

Le cas du bassin recueillant les eaux des fosses Kerouani et Virgile central est particulier, car il nécessite la création de puisards en fond de fouille afin de recueillir les eaux de ruissellement. Ces dernières seront ensuite pompées et envoyées dans le bassin de décantation. La présence de puisards permet déjà une première décantation des eaux, ce qui permet de diminuer le temps de séjour des eaux dans le bassin de décantation. **Le temps de séjour a été réduit de moitié pour ce cas.**

Des chicanes seront aménagées dans chacun des bassins, afin d’optimiser la décantation.

Une notice concernant le dimensionnement est fournie en Annexe 8.

Comme précisé dans le rapport de TETHYS en Annexe 3, il serait judicieux de mettre en place des ouvrages de filtration de ces eaux, réalisés avec des **alluvions sablo-graveleuses**. **Ces ouvrages (bassins de filtration) seront mis en place en complément des bassins de décantation, en aval de ceux-ci.**

Les eaux préalablement décantées seront dirigées vers un bassin de filtration, avant rejet vers le milieu naturel. Les sables, par leur rôle filtrant, retiendront une grande partie des MES encore présentes.

La Figure 15 présente les emplacements des bassins de décantation et de filtration des stocks de stériles et des fosses. Les bassins des fossés longeant les pistes n’y figurent pas, car ils seront placés par AUPLATA, selon les conditions du terrain.

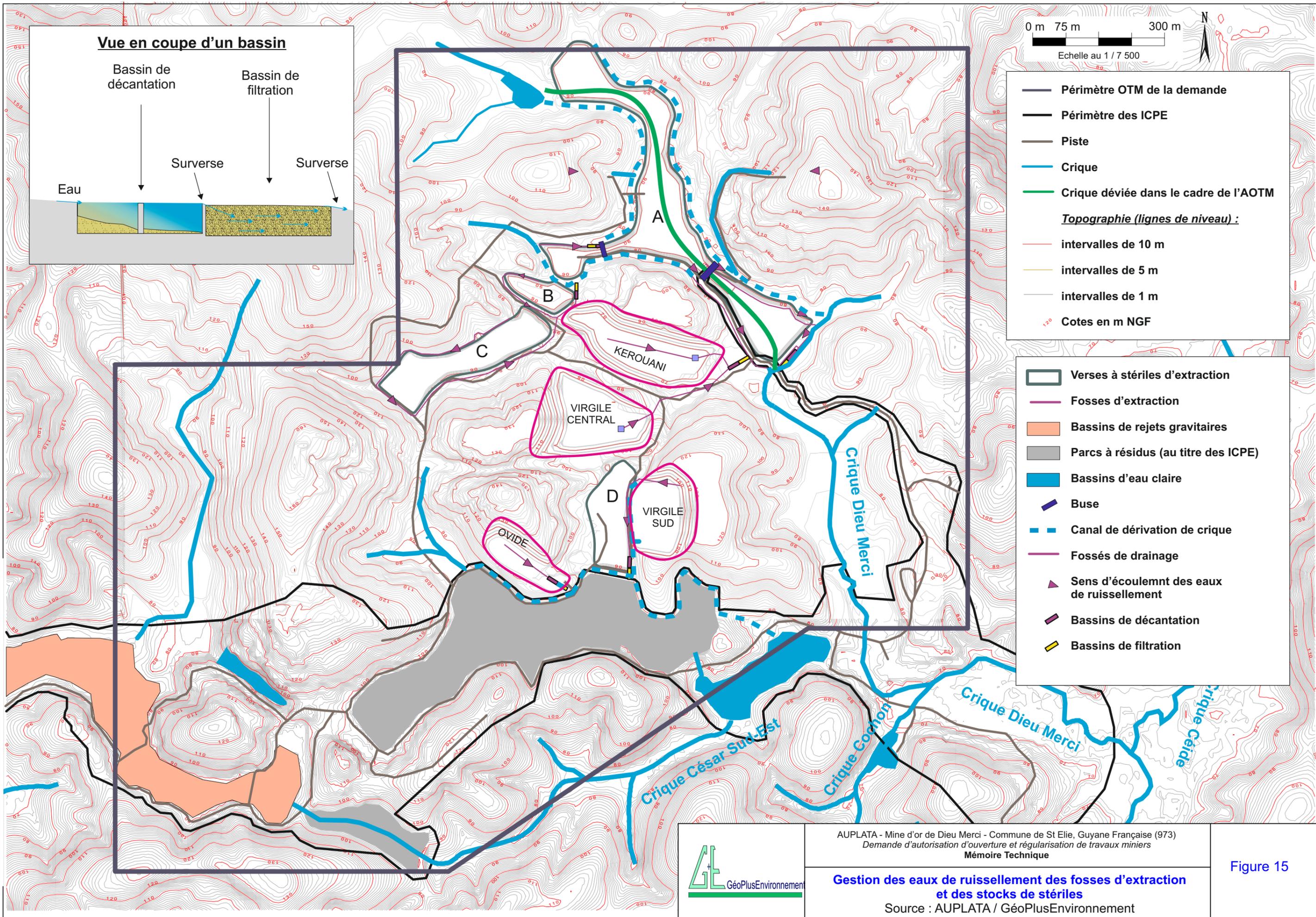
6.6.2. Bassins liés à la reprise des rejets gravitaires

Dans le cas de ce projet, nous considérerons que les bassins versants correspondront aux surfaces des bassins de rejets gravitaires n°1 et 2 et de la plateforme de stockage des rejets gravitaires. Il y aura donc **3 bassins de décantation**, appropriés à chacune de ces zones (Cf. Figure 16 et dimensionnement en Annexe 8) :

- **Pour les bassins de rejets gravitaires en cours de reprise**, l’eau ruissellera jusqu’au fond de fouille, qui sera légèrement incliné vers le bassin de décantation, avant pompage vers un bassin d’eau claire ;
- **Pour la plateforme de stockage des rejets gravitaires repris**, des fossés seront aménagés sur le pourtour de la plateforme, afin de diriger l’intégralité des eaux de ruissellement vers le bassin de décantation, situé au pied du futur stock.

Les fossés longeant les pistes devront aussi aboutir à des bassins de décantation, avant rejet vers le milieu naturel. **Un calcul de bassin type a été dimensionné, correspondant à 1 km de piste** (la largeur de la piste sera de 10 m). Le dimensionnement des bassins pourra être déduit en fonction de la longueur de fossé drainé, en le prenant pour référence.

La profondeur retenue est de 3 m, afin de permettre un curage à la pelle relativement aisé. Par ailleurs, pour une décantation optimale, la longueur du bassin doit être d’environ 3 fois supérieure à la largeur de celui-ci. Les dimensions résultantes pourraient donc être les suivantes :



Bassin versant	Volume du bassin de décantation en m ³	Surface en m ²	Longueur en m	Largeur en m	Profondeur en m
Bassin de rejets gravitaires n°1	140	45	12	3,8	3
Bassin de rejets gravitaires n°2	200	70	14	5	3
Plateforme de stockage des rejets gravitaires repris	100	35	10	3,5	3
Référence pour 1 km de piste	60	20	8	2,5	3

La *Figure 16* présente les emplacements des bassins de décantation des bassins de rejets n°1 et 2 et du stockage tampon des rejets gravitaires. Les bassins des fossés longeant les pistes n'y figurent pas, car ils seront placés précisément selon les conditions du terrain.

7. REMISE EN ETAT DU SITE

7.1. DEVENIR DES BASSINS DE REJETS GRAVITAIRES 1 ET 2

Après leur reprise, **les bassins de rejets gravitaires n°1 et 2 seront réutilisés comme stocks tampons de rejets gravitaires** (issus du traitement gravitaire du minerai primaire), avant traitement par cyanuration, **puis comme parcs à résidus ultimes décyanurés**.

Ainsi avant remise en état finale, les bassins de rejets gravitaires seront réutilisés comme parcs à résidus décyanurés.

Les objectifs de fermeture des parcs à résidus ultimes décyanurés seront de minimiser l'érosion, d'interdire les pertes de résidus et de ramener le parc à un état qui se rapprochera le plus possible de l'état naturel environnant

7.2. DEVENIR DES FOSSES D'EXTRACTION ET DES VERSES A STERILES

7.2.1. Terrassement des stériles de découverte et d'extraction

Les criques seront déviées afin de ne pas circuler dans les verses à stériles. Les talus définitif seront végétalisés, avec mise en place de fascines pour réduire les problèmes d'érosion active.

7.2.2. Terrassement des fosses d'extraction

La structure en fronts et banquettes sera conservée (avec une pente intégratrice de 35°). De même, les bassins de décantation et de filtration seront laissés en place. Les talus définitifs seront végétalisés et des fascines pourront aussi être mises en place, afin de faciliter la revégétalisation.

Légende

-  Périmètre des ICPE
-  Piste
-  Crique
-  Zone d'implantation de l'UMTMA (52 x 33 m)
-  Bâtiments
-  Courbe topographique (intervalles de 10 m)
-  Courbe topographique (intervalles de 1 m)

-  Digue étanche de rétention des rejets gravitaire
-  Bassin d'eau claire des bassins de rejets gravitaires
-  Canaux des surverses vers les bassins d'eau claire
-  Périmètre AOTM

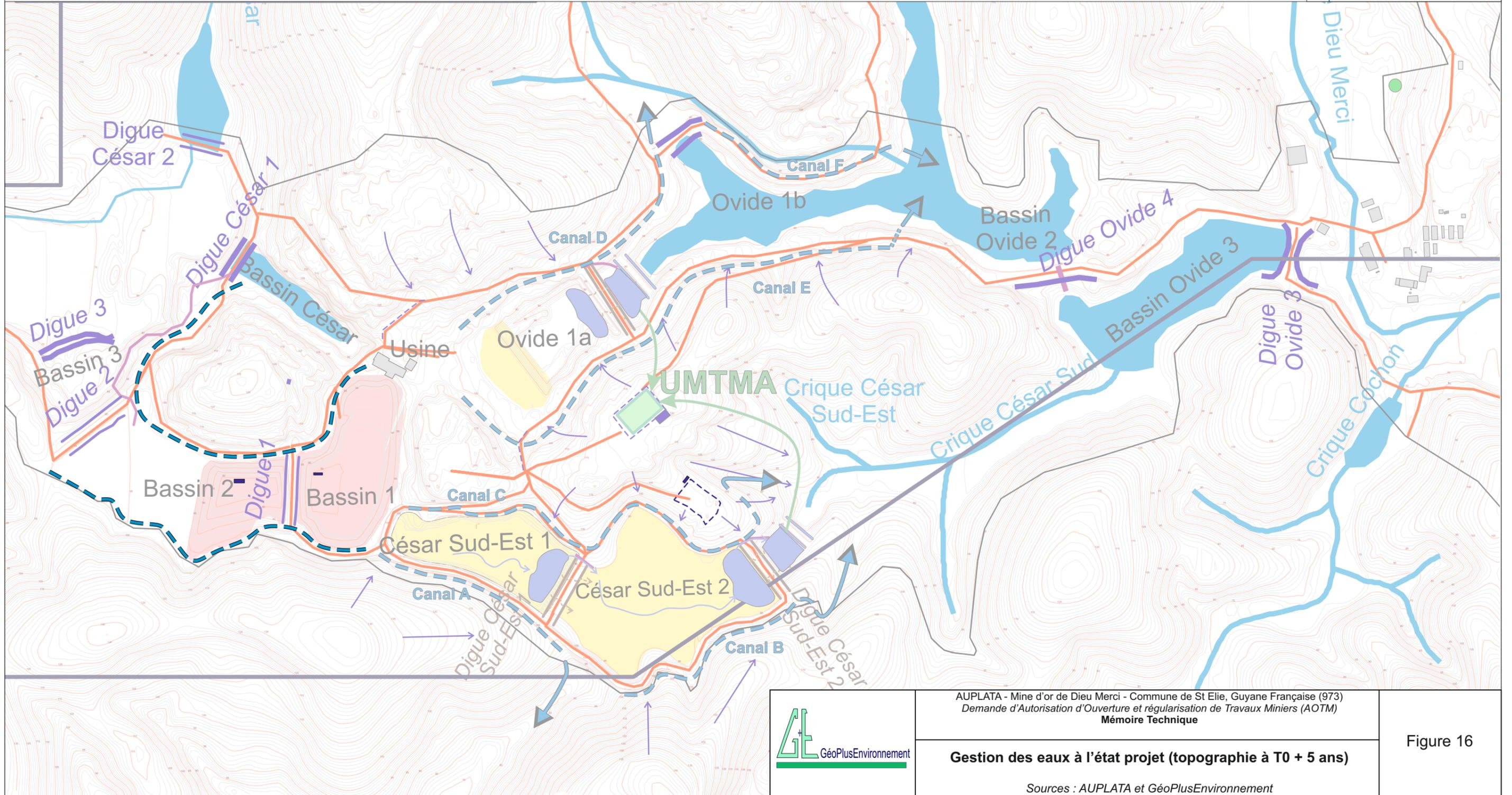
Exploitation :

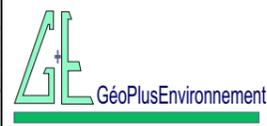
-  Zone de reprise des rejets gravitaires (AOTM)
-  Zone de stockage des résidus décyanurés (ICPE)

-  Digue perméable pour la rétention des résidus décyanurés et épaissis
-  Digue étanche en aval des parcs à résidus décyanurés
-  Bassin d'eau claire des parcs à résidus décyanurés (eaux d'exfiltration des résidus et des eaux de ruissellement strictement issues des parcs à résidus décyanurés)
-  Canal de dérivation
-  Fossé de collecte des eaux de ruissellement
-  Ruissellement des eaux pluviales

Gestion des eaux :

-  Bassin de décantation
-  Ruissellement des eaux à l'intérieur des parcs à résidus
-  Accumulation d'eau de ruissellement des eaux à l'intérieur des parcs à résidus
-  Eaux d'exfiltration des résidus décyanurés
-  Recyclage des eaux d'exfiltration des résidus et de de ruissellement strictement issues des parcs à résidus décyanurés
-  Futur captage AEP



	AUPLATA - Mine d'or de Dieu Merci - Commune de St Elie, Guyane Française (973) Demande d'Autorisation d'Ouverture et régularisation de Travaux Miniers (AOTM) Mémoire Technique	Figure 16
	Gestion des eaux à l'état projet (topographie à T0 + 5 ans) Sources : AUPLATA et GéoPlusEnvironnement	

7.3. VEGETALISATION

L'objectif du réaménagement du site de Dieu Merci est, globalement, de permettre à l'environnement, après exploitation, de se rétablir et de se reconstituer d'une manière assez proche de son état initial.

Tous les plants proviendront de la pépinière AUPLATA, implantée sur le site (au titre des ICPE).

Les travaux de réaménagement seront coordonnés à l'exploitation et au traitement du minerai du site minier de Dieu Merci, et seront réalisés progressivement, au cours de la période d'activité des installations concernées par le présent projet. Le réaménagement sera finalisé à l'issue du démantèlement des dernières structures employées par AUPLATA.

Les travaux de réaménagement seront principalement menés par enherbement et plantation d'arbres.

Les versants pentus des versées à stériles, digues et des criques reconstituées seront enherbés afin de lutter contre les **phénomènes d'érosion** et permettre aux compartiments visés de se stabiliser (assèchement, dépollution).

Le programme de revégétalisation sera basé sur la méthode de plantation de la société VERDAL-Reforestation, filiale d'AUPLATA. L'immense avantage de cette méthode, réside dans l'implantation immédiate d'espèces forestières nobles, sensibles ou patrimoniales issues du cortège floristique de la forêt tropicale humide, sans avoir recours des stades transitoires. De fait l'on élude ainsi la problématique d'avoir à utiliser des espèces exogènes présentant des risques d'invasions biologiques – observables dans des milieux profondément dénaturés par des activités industriels ou anthropiques.

7.4. REMISE EN ETAT FINALE

La remise en état est détaillée dans le chapitre 8 du Tome 3 : Etude d'Impact.

La philosophie générale choisie en 2010 (et respectée ici) pour la globalité du site AUPLATA de Dieu Merci est de permettre un retour aussi proche que possible de l'état initial. D'autres solutions pourront être étudiées dans les 15 années à venir, telles que la poursuite des activités de ce site, la création d'un village, d'un circuit touristique, la création d'un musée de la mine ou d'un village de vacances, ou encore la mise en place d'un centre de formation aux métiers de la mine en Guyane.

L'objectif du réaménagement global du site de Dieu Merci est, globalement, de permettre à l'environnement, après exploitation, de se rétablir et de se reconstituer d'une manière assez proche de son état initial. Cette réhabilitation consistera donc notamment à :

- **Nettoyer les sols** qui seraient contaminés malgré les précautions décrites dans ce dossier (réaliser un diagnostic pollution) ;
- **Sécuriser les lieux** de façon à ne pas porter atteinte à la santé et sécurité des personnes ;
- Remettre les surfaces perturbées dans un état où le **couvert végétal** préviendra l'érosion et permettra la reprise naturelle de la végétation ;
- **Eliminer ou minimiser les effets sur les eaux** superficielles ou souterraines ;
- **Eviter toute contamination** des mêmes eaux ;
- **Favoriser la stabilité** à long terme des lieux ;
- **Insérer le site dans son environnement.**

L'insertion du site dans son environnement passera par plusieurs étapes :

- Lutte contre l'érosion ;
- Programme de revégétalisation.

8. TABLEAU RECAPITULATIF DES DONNEES CHIFFREES ESSENTIELLES DU PROJET

Surfaces	Surface des bassins 1 et 2	6,8 ha
	Surface des fosses d'extraction	12,8ha
	Surface des verses à stériles	14,2 ha
	Surface des pistes	15 ha
	Surface sur laquelle porte la demande d'AOTM	281,5 ha
Cotes et hauteurs	Cotes minimales et maximales des extractions de rejets gravitaires	85 m NGG (bassin n°1)
		70 m NGG (bassin n°1)
	Cotes minimales et maximales des fosses d'extraction	158 m NGG (Virgile W)
		60 m NGG (Kerouani)
Nombres	Densité en place du gisement primaire (minerai)	1,6
	Taux de foisonnement des stériles d'extraction	10 %
	% de stériles d'extraction (fosses d'extraction primaire)	50 %
	Densité en place du gisement secondaire (rejets gravitaires)	1,3
	% de stériles d'extraction (bassins de reprise des rejets gravitaires)	0 %
Largeurs	Largeur des pistes	10 m minimum
Volumes Tonnages (Extraction de minerai primaire)	Production annuelle moyenne de minerai primaire	62 500 m ³
		100 000 t
	Production totale de minerai primaire	972 000 m ³
		1 555 000 t
	Production annuelle moyenne de stériles de décapage et d'extraction foisonnés	85 000 m ³
	Production totale de stériles d'extraction foisonnés	1 070 000 m ³
	Production totale de stériles de décapage foisonnés	300 000 m ³

Volumes Tonnages (Reprise des rejets gravitaires)	Production annuelle moyenne de minerai secondaire (reprise des rejets gravitaires)	77 000 m ³
		100 000 t
	Production annuelle de stériles foisonnés d'extraction (reprise des rejets gravitaires)	0 m ³
	Production totale de stériles (reprise des rejets gravitaires)	0 m ³
	Production totale de minerai secondaire (reprise des rejets gravitaires)	610 000 m ³
		800 000 t
Pentes	Fronts d'exploitation (fosses d'extraction, pente intégratrice)	45°
	Pistes (fosses d'extraction)	15% maximum
	Fronts en exploitation (bassins de rejets gravitaires)	30°
	Pente des pistes (bassins de rejets gravitaires)	10 % en moyenne 15 % maximum
Durée	Durée de la demande	20 ans

ANNEXE 1

Résumé des travaux d'exploration

Source : AUPLATA, 2008



Bilan des Travaux d'Exploration

23 Avril 2008

Rolland Wagner, nouveau géologue d'Auplata, a été recruté fin mars et est sur site depuis le 25 mars. Dieu-Merci lui est familier car il a participé entre 1994 et 1998 à la recherche minière pour le compte de Texmine.

1 Secteur César

Deux zones ont été travaillées depuis fin mars. César « Est » et César « Camp » qui sont toutes deux des extensions du filon César largement exploité par SORIM.

1.1 César « Est »

Structure quartzreuse métrique minéralisée. Les analyses ont mis en évidence des teneurs de l'ordre de 24 g/t. Les tests batées n'étaient pas très bons. Les productions associées à cette fosse sont également faibles bien qu'au cours d'une journée nous ayons pu produire plus d'un kg avec ce minerai.

D'autres tests sur les parties hautes qui titraient entre 35 et 40 g/t (analysés) se sont révélés décevants (bâtée également). Cf chapitre 5.

1.2 César « Camp »

Ce filon a été découvert sous l'ancien camp de César. La hauteur des structures fait environ 3 m et s'enfoncent vers le nord sous la montagne. Les tests batées ont révélés quelques points d'or. De l'or est visible sur les Quartz, il y a également beaucoup de sulfures (gros morceaux de pyrite). Les teneurs analysées sont 8,4 g/t à 65,2 g/t sur les 3m de puissance en rainurage vertical. Deux échantillons de quartz relevés de façon systématique sur l'ensemble des structures donnent des teneurs 36,8 g/t à 224 g/t.

Actuellement, il y a environ 5 m de découverte à effectuer pour accéder à ce minerai.

Encore une fois, ce minerai s'est révélé décevant en termes de production. Cf chapitre 5.

1.3 Rejets de César

Moins riches que ceux de Kerouani. Ils sont facilement accessibles, car très proches de l'usine.

2 Secteur Virgile

2.1 Virgile

Cette zone a été très exploitée par Auplata de fin 2006 à fin 2007. Des tranchées ont été réalisées et du minerai a été traité à l'usine. La structure de quartz exploitée durant l'année 2007 a été exploitée quelques jours dans son prolongement. Les premiers résultats ont été encourageants puis la production a fortement baissé nous conduisant à emprunter le minerai dans un autre secteur.

Une zone possible d'extension a été déforestée en 2007 sans toute fois être prospectée. La réalisation de tranchées à cet endroit est prévue prochainement, après le secteur Ovide.

2.2 Ovide

Cette zone non exploitée et encore sous couvert végétal a fait l'objet de prospection depuis lundi 21 avril.

4 échantillons composites en surface (prélevés un peu partout sur une distance de 0 à 200 m d'est en ouest) ont été prélevés, analysés et testés à la batée. Teneur de 6,8 à 24,4 g/t. Les teneurs sont confirmées à la bête et proches des valeurs relevées par Texmine.

Une tranchée de 100 m a été faite révélant deux structures différentes. 20 échantillons ont été prélevés en rainurage vertical. Nous sommes en attente des résultats.

Deux tranchées supplémentaires de 100 m sont prévues sur le site selon météo.

Cette zone n'a pas encore été exploitée et n'a pas fait l'objet d'emprunt de minerai. Des accès sont à construire (rehaussement de digue pour permettre le passage d'engins) car actuellement l'accès se fait par l'est de Virgile et sur ses remblais.

C'est la zone actuellement la plus prometteuse.

3 Secteur Kerouani

3.1 Kerouani Ouest (extension)

Réalisation d'une tranchée dans cette extension, après la crique, à côté d'autres tranchées de SORIM. Pas de résultats probants.

3.2 Rejets de Kerouani

Les rejets grossiers de l'exploitation du filon Kerouani constituent notre meilleure ressource à l'heure actuelle, permettant de produire 800 à 900 g par jour.

Au 23 Avril, nous estimons cette réserve à 10 000 TMS soit environ 15 jours de production à l'usine pour l'équivalent d'une quantité d'or récupérable de 12 kg environ.

4 Secteur Monte Cristo

Deux tranchées ont été réalisées en partie basse, pas de résultats probants. Monte Cristo est constitué de filonnets centimétriques à décimétriques présentant des fortes teneurs, mais dans une matrice stérile. Les informations sur cette zone ne permettent pas de trouver une relation entre les deux lits de profils tarières faits par SMSE.

5 Considérations par rapport à l'usine

Les productions issues de la zone César sont faibles comme expliqué précédemment (entre 500 et 900 g environ) malgré les bonnes teneurs relevées sur le lieu d'extraction.

Nous avons donc contrôlé les rejets de l'usine à la batée et nous constatons une très faible perte d'or libre (dans la majeure partie des tests, l'or n'est pas visible) alors que les analyses par coupellation de ces rejets donnent des teneurs relativement élevées.

Les explications les plus probables pour expliquer le mauvais rendement de l'installation avec ce type de minerai sont :

- Le broyage n'est pas assez fin donc une partie importante de l'or n'est pas libéré
- Nous nous trouvons en présence d'un minerai donc l'or n'est pas récupérable par gravimétrie (présence importante de sulfures sur César).

La relativement bonne production réalisée avec les rejets grossiers de Kerouani nous laisse surtout à penser que l'on a testé des minerais difficiles à exploiter en gravimétrie.

6 Conclusion

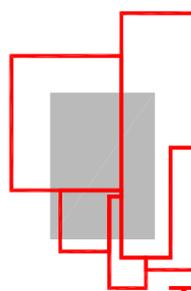
Notre principale zone d'emprunt est donc les rejets de Kerouani et notre zone la prometteuse est Ovide sur laquelle la prospection continue. Le laboratoire est opérationnel. Il faut maintenant que l'exploration ait de l'avance sur l'alimentation de l'usine en minerai.

"Develop the ore before mining it"

ANNEXE 2

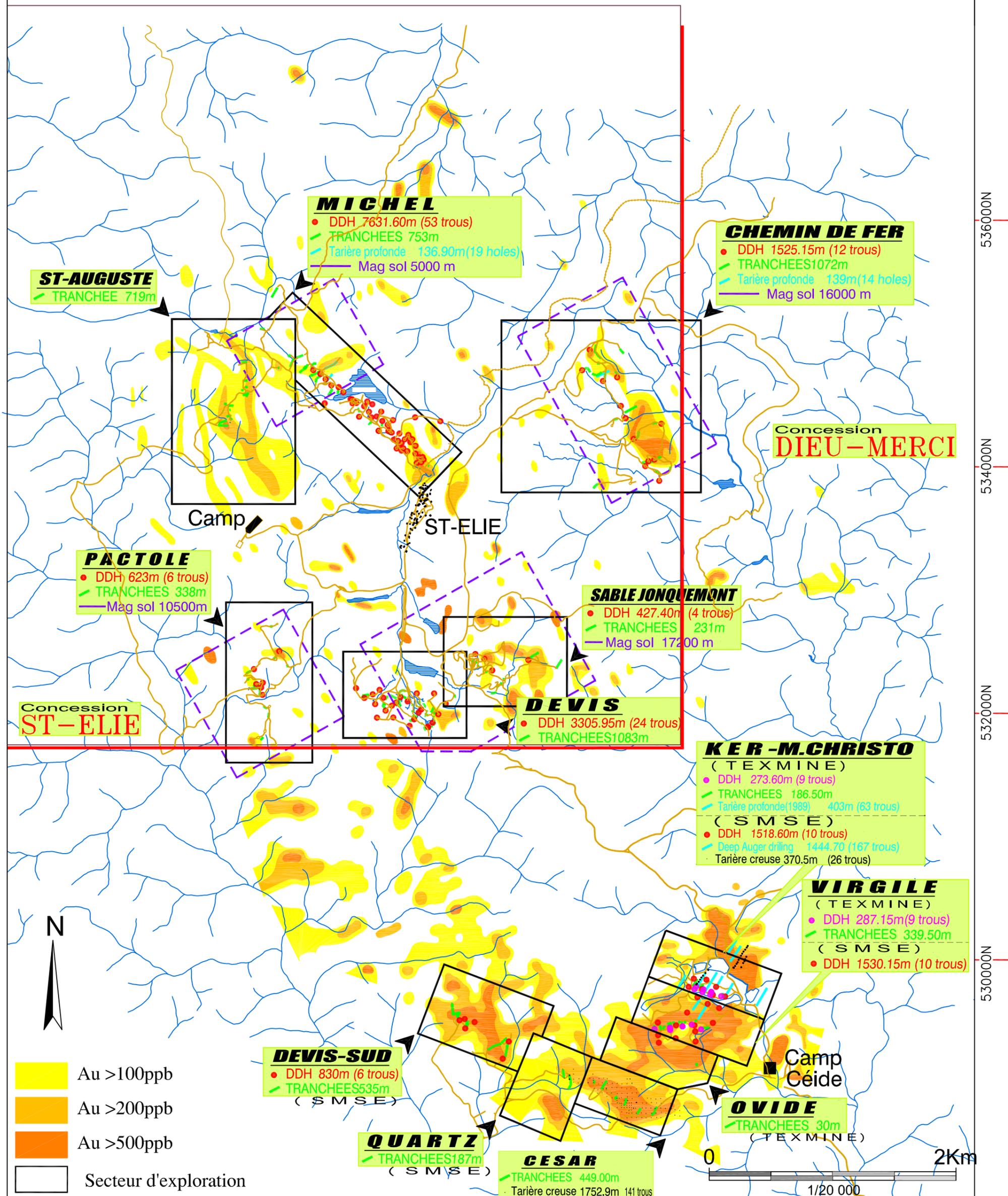
Carte des travaux d'exploration

Source : TEXMINE, 2001



SAINT-ELIE

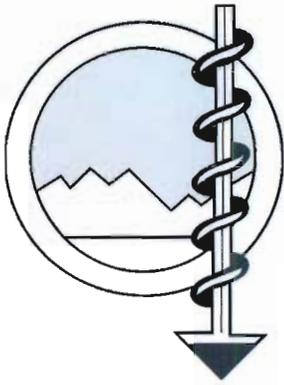
CARTE DE RESUME DES TRAVAUX D'EXPLORATION



ANNEXE 3

Rapport d'étude géotechnique. Stabilité des fronts d'exploitation et des verses à stériles. Site
Minier de Dieu Merci

Source : TETHYS, 2009



TÉTHYS

BUREAU D'ÉTUDES GÉOLOGIQUES

ÉTUDE ET RECONNAISSANCE DU SOUS SOL

RAPPORT D'ETUDE GEOTECHNIQUE

STABILITE DES FRONTS D'EXPLOITATION
ET DES VERSES A STERILES

SITE MINIER DE DIEU MERCI

COMMUNE DE SAINTE ELIE

AUPLATA S.A.

NOVEMBRE 2009
Réf. : PR-973/9192/03



TÉTHYS

BUREAU D'ÉTUDES GÉOLOGIQUES

ÉTUDE ET RECONNAISSANCE DU SOUS SOL

Châteauroux les Alpes,
le 18 Novembre 2009

RAPPORT D'ETUDE GEOTECHNIQUE

Nos Réf. : RP-973/9192/03

SITUATION :

Site minier de Dieu Merci, commune de SAINT ELIE.

OBJET :

Étude géotechnique (diagnostic de stabilité) des fronts d'exploitation et des verses à stériles ; notre devis réf PR-973/9192/01 du 15/10/2009, votre commande du 26/10/2009.

DEMANDEUR :

M. Pierre GIBERT, Ingénieur Administratif et Technique, pour le compte d'AUPLATA S.A., Dégrad des Cannes, 97354 REMIRE-MONTJOLY.

Documents fournis :

- plan d'ensemble sur photo aérienne ;
- plan topographique.

PLAN DU RAPPORT

I. INTRODUCTION.....	4
II. PRINCIPE DE L'ETUDE.....	5
III. GEOLOGIE ET HYDROGÉOLOGIE DU SITE - CARACTÈRES GÉNÉRAUX.....	6
IV. LES FRONTS D'EXPLOITATION.....	7
IV.1. Caractères généraux.....	7
IV.2. Discontinuités des massifs rocheux.....	8
IV.3. Résultats des essais en place.....	8
IV.4. Les désordres des talus terrassés.....	9
IV.4.1. L'érosion pluviale.....	9
IV.4.2. Les mouvements de matériaux	10
IV.4.3. Les blocs isolés.....	11
IV.5. Conclusions - Principes de gestion géotechnique des fronts d'exploitation.....	12
IV.5.1. La géométrie des talus terrassés.....	12
IV.5.2. La gestion des eaux pluviales.....	15
V. LES VERSES A STERILES	16
V.1. Généralités.....	16
V.2. Désordres des verses à stériles	16
V.3. Conclusions.....	17
V.3.1. Gestion géotechnique des verses à stériles... ..	17
V.3.2. Gestion des eaux pluviales.....	18

I. INTRODUCTION

Le site minier de Dieu Merci, découvert dès 1873, a très tôt fait l'objet d'une exploitation artisanale puis semi-industrielle des alluvions minéralisées mais, à l'inverse du site voisin de Saint-Elie, il n'a connu anciennement que des travaux limités sur le filon Kérouani dans les années 1930 (tranchées et amorces d'attaques au monitor) avec récemment un développement de ses gisements primaires.

L'extraction en carrière s'effectue aujourd'hui en différents points, qui pour la plupart avaient échappé aux prospections anciennes, avec :

- les gites de Kérouani, Virgile et César, exploités par de profondes tranchées et actuellement en sommeil ;
- le gîte de Monte-Christo à l'est de la crique Dieu Merci, où des amorces de travaux à flanc de colline ont été réalisées ces dernières années et qui se trouve inactif actuellement ;
- le gîte d'Ovide, en partie centrale du site minier, qui se trouve actuellement en cours de développement.

Diverses extensions latérales de ces gisements seront développées dans l'avenir avec sans doute l'approfondissement des chantiers existants.

Le minerai est traité en laverie mais les produits stériles, en général de forts volume par suite des nécessaires travaux de découverte, sont stockés dans l'environnement immédiat des chantiers d'extraction.

Nous examinerons ici les aspects relatifs à la stabilité des fronts d'exploitation terrassés comme à ceux des stockages de remblais stériles à travers un examen diagnostic des chantiers existants de façon à proposer des principes de gestion géotechnique des chantiers à venir.

Il s'agit d'une mission G5 + G12 selon la classification des missions géotechnique types NF P 94-500.

II. PRINCIPE DE L'ETUDE

Il a ainsi été réalisé sur le site ou en laboratoire :

- une analyse géologique, hydrogéologique et géotechnique de surface, avec en particulier un examen exhaustif des talus existants et de leur environnement immédiat, notamment avec des relevés systématiques des discontinuités des massifs rocheux ;

- une campagne de sondages au scissomètre léger GEONOR dans l'ensemble des talus, en général horizontaux et peu profonds, destinée à préciser la cohésion non drainée C_u des matériaux en place ; des essais au pénétromètre statique de poche (mesure de la résistance à la compression simple R_c) viennent compléter ces mesures.

- des calculs informatiques de stabilité des talus à l'aide du logiciel TALREN IV (mise à jour 2009) afin d'en apprécier la stabilité.

L'ensemble de ces résultats avec leur interprétation font l'objet du présent rapport.

NB : Les orientations données correspondent ici au nord magnétique.

III. GEOLOGIE ET HYDROGÉOLOGIE DU SITE - CARACTÈRES GÉNÉRAUX

Les gisements exploités consistent en des structures filoniennes ou pseudo-filoniennes, imprégnations et stockwercks orientés N120 à 160 environ, d'allure plus ou moins régulière dans les horizons volcano-sédimentaires de la série métamorphique du Paramaca au voisinage immédiat de granodiorites dans lesquelles pénètre parfois la minéralisation, notamment sur le gisement voisin de Saint-Élie.

Il s'agit notamment ici de zones de cisaillement avec des filons de quartz subverticaux discontinus et des filonnets de quartz subhorizontaux disposés en échelon le long des zones cisillées.

En pratique, les formations à dominante schisteuse du Paramaca sont représentées ici par des faciès métavolcaniques (tufs, laves,...) massifs et surtout par une transformation en amphibolites avec des macrostructures (schistosité, liage, foliations, etc...) très peu orientées et peu exprimées ; les granites et granodiorites semblent peu profonds et sont rencontrés de façon ponctuelle par les travaux miniers.

De plus, fractures et diaclases sont apparues avec une maille peu dense et l'analyse de leurs intersections n'avait ainsi que peu de sens, cet aspect ne nous ayant pas permis de réaliser une analyse des discontinuités sur canevas de Wulf.

L'altération tropicale est très forte avec une altération en saprolites dépassant 40 m d'épaisseur, bien visible dans les profondes tranchées des gîtes de César et Virgile, les roches saines étant limitées à des massifs isolés de roches vertes et parfois de granites rencontrés en profondeur dans les travaux en carrière (partie centrale de Virgile, ...).

Les latérites et argiles latéritiques sont ici partout peu développées avec surtout des argiles graveleuses à nodules ferrugineux excédant rarement un mètre d'épaisseur.

L'ensemble des matériaux du sous-sol est très peu perméable, les structures filoniennes de quartz étant trop discontinues pour former un véritable aquifère et les carapaces latéritiques superficielles trop peu développées.

IV. LES FRONTS D'EXPLOITATION

IV.1. Caractères généraux

Il a été réalisé un examen des fronts d'extraction des différentes fosses et amorces de fosses présentes sur le site avec :

- le chantier Ovide situé en partie centrale de la zone exploitée ; c'est le seul chantier actif actuellement qui ne fait ici que débiter avec dans une tranchée encore peu encastrée dans le flanc de la colline.

Ce chantier ne permet donc que peu d'observation aujourd'hui, et ne comporte en pratique aucun désordre notable de ses talus.

- le chantier Virgile, inactif, orienté N110 avec une importante tranchée atteignant des profondeurs de 20 à 40 m pour un allongement de 400 m environ ; bien que n'étant pas immédiatement concerné par des prescriptions d'étude sur les talus, ce site est apparu particulièrement représentatif et a fait l'objet d'une analyse plus fine, dont les conclusions se trouvent a priori extrapolable aux futurs chantiers de terrassement en déblai.

- le chantier Kerouani, orienté N 140 en rive droite de la crique Dieu Merci, qui représente le chantier le plus ancien du site minier; il s'agit d'une tranchée remplie d'eau dominé du côté est seulement par un talus terrassé en gradin.

- le chantier Monte-Christo, en rive gauche de la crique Dieu Merci, avec une tranchée peu développée et entourée par des remblais stériles.

- et enfin le chantier César, orienté N160, au nord et l'usine, représenté par une profonde et large tranchée dominée côté est par un talus terrassé dépassant 40 m de hauteur.

D'une façon générale, l'ensemble des talus terrassés comporte une allure en gradins successifs plus ou moins hauts séparés par des risbermes.

IV.2. Discontinuités des massifs rocheux

On distingue ici :

- des structures pseudofilonniennes subverticales sans intérêt ici pour l'étude géotechnique car systématiquement exploitées et ne subsistant plus dans les fronts de terrassement des fosses.

- des filonnets de quartz subhorizontaux ou peu inclinés, disposés en échelons plus ou moins denses et le plus souvent riches en pyrite oxydée, situés sur une forte largeur (jusqu'à 2 ou 3 dizaines de mètres) au droit des zones minéralisée. Observables dans les talus et souvent mis en relief par l'érosion pluviale, ces structures d'épaisseur décimétrique arment les talus, représentent systématiquement un facteur de stabilité et ne sont à l'origine d'aucun dièdre rocheux instable.

D'une façon générale, l'essentiel des discontinuités subhorizontales est occupé par du quartz plus ou moins riche en pyrite oxydée.

- des diaclases peu denses et espacées, subverticales, c'est à dire parallèles ou peu inclinées par rapport à l'axe des structures filoniennes exploitées et orientées N80 à N100 ou N140 environ selon les fosses.

- des fractures plus importantes, orientées NO et N40 à N60, peu nombreuses mais représentant des véritables petites failles, avec un pendage fort. Elles ont été observés dans le talus nord de Virgile où elles sont à l'origine d'un mouvement du talus important, de l'ordre de 600 m³ environ. Certaines zones des talus du filon Kérouani très érodées par le ruissellement correspondent en 3 points au moins à des zones broyées orientées N60 environ sans doute sur ce type de fractures.

- des diaclases à très large maille orientées N40 à N60, subverticales ou bien avec un pendage ouest peu important source d'instabilités. Elles sont un peu plus nombreuses en partie ouest du site dans les talus du chantier César et en partie ouest de la fosse Virgile, et moins fréquentes ailleurs avec une maille rarement plus dense que 5 à 10 m.

IV.3. Résultats des essais en place

Une approche des caractéristiques mécaniques des matériaux du site (saprolites) a été réalisée par des mesures au pénétromètre de poche et au scissomètre léger (mesures de la cohésion non drainée Cu) réalisées dans les talus en place.

Nous avons estimé que cette mesure était représentative pour un calcul de stabilité des talus en considérant d'une part que dans les structures exploitées (fort talus terrassé de façon non récente), cette valeur de Cu approche celle de la cohésion drainée C et de plus que les besoins de stabilité ne s'établissent pas ici à long terme, au moins pour la sécurité du personnel, les gradins étant situés immédiatement au droit des zones de travail seulement pendant quelques mois à 1 an.

Les valeurs mesurées sont les suivantes :

$C_u = 30$ à 40 KPa, $R_p = 0,25$ MPa dans la partie superficielle des tranchées, soit une profondeur de 10 à 20 ou 30 m selon les points.

$C_u = 60$ à 80 ou 100 KPa, $R_p = 0,4$ à $0,5$ MPa et plus au-delà, entre 20 à 40 m de profondeur environ.

Ces valeurs permettent, par une construction graphique simple (cercle de Mohr), d'estimer un angle de frottement interne de 25° environ pour les 20 m premiers mètres des fosses et que nous avons conservé cette valeur au delà par sécurité.

Ainsi, ces essais mettent clairement en évidence une amélioration logique des caractéristiques mécaniques du matériau rocheux altéré avec les profondeurs. Ces éléments permettront un calcul des hauteurs de talus susceptibles d'être supportés par ces matériaux.

IV.4. Les désordres des talus terrassés

IV.4.1. L'érosion pluviale

Il s'agit ici de l'agent le plus actif et qui se trouve à l'origine de l'essentiel des désordres observés, en particulier avec le creusement de microcanyons plus ou moins profonds.

On observe à cet égard des variations de sensibilité des matériaux à cette érosion pluviale avec des matériaux très sensibles (tufs de la partie sud-est de Virgile, etc..) et d'autres nettement moins érodables, en particulier pour les termes les plus profonds des saprolites.

On observe ainsi sur les talus du filon Kérouani des traces de godet de pelle mécanique, qui n'ont pas été effacées par l'érosion malgré les années ; ces traces ne sont présentes qu'en profondeur à environ $- 20$ m à $- 30$ m/surface, et ont disparu sur les gradins supérieurs.

Outre les questions de texture de la roche altérée (taille et morphologie des grains, etc...), une bonne corrélation peut être établie avec les résistance au cisaillement mesurées en place, et ainsi, l'érosion pluviale présente systématiquement un net caractère différentiel selon les matériaux et l'état d'altération de la roche, d'autant plus érodables qu'ils seront superficiels et altérés.

Ces microcanyons sont ainsi systématiques et généralement perpendiculaires au front de taille et surtout orientés selon la ligne de plus grande pente ; ils sont d'autant plus développés que les matériaux sont superficiels et altérés et il n'est pas rare de plus qu'ils empruntent les fracturations subverticales. Lorsque cette fracturation n'est pas perpendiculaire aux fronts d'exploitation, ces microcanyons conduisent à l'apparition de dièdres instables de faibles volumes (10 à 100 l environ).

De plus, ces microcanyons conduisent, outre les effondrements de leurs parois, à des sous-cavements importants dans les fronts raides, notamment par érosion différentielle, avec effondrement de volumes moyens (1 à 5 m³).

Enfin, les produits de l'érosion pluviale forment des accumulations en pied de talus, en particulier en fond de chantier qui peuvent atteindre plusieurs dizaines de mètres cubes, notamment lorsque des remblais stériles stockés sur les gradins ont été érodés.

IV.4.2. Les mouvements de matériaux

. Mouvements d'ensemble

Seul un important mouvement de terrain s'observe sur le site minier, en partie centrale du filon Virgile sur le parement nord de la tranchée et qui a affecté plusieurs gradins sur environ 20 m de dénivelée.

Il s'agit d'un dièdre instable délimité par 2 fractures (orientées N0 et N40) qui présente de plus un léger pendage vers la fosse ; l'approfondissement du terrassement a conduit à l'ablation de la butée de pied de ce dièdre et a déclenché le mouvement d'un panneau d'allure triangulaire vers le chantier. Ce sinistre semble être intervenu ici en cours de terrassement (?), sans doute également avec la mise en charge d'infiltrations d'eau dans les fractures depuis les gradins.

Il n'a pas été relevé d'autres mouvements de terrain importants sur l'ensemble des talus terrassés du gisement.

. Mouvements localisés

Il s'agit pour l'essentiel de panneaux de saprolites déstabilisés par l'intersection entre les dièdres (ou les fractures localement) et les fronts de terrassement.

Les diaclases subverticales conduisent ainsi à la décompression, en général rapide, de petites dièdres sur les talus en n'excédant pas 10 à 50 l en général, avec un caractère peu régressif une fois le dièdre superficiel purgé. Ces discontinuités sont en général peu nombreuses et avec une maille lâche et leurs intersections sont peu fréquentes, avec, par exemple, un seul point d'intersection (dièdre de 200l) sur l'ensemble du talus oriental du filon César.

Toutefois, la relative complexité de la géologie du site conduit à la présence locale de zones de fracturation un peu plus denses (partie nord-est de Virgile et de César principalement

Les diaclases N40 à faible pendage ouest, quasi perpendiculaires à la fosse Virgile mais oblique à la fosse César, induisent la déstabilisation locale de dièdres de petits volumes, qui restent peu nombreux et de peu d'incidence sur la stabilité générale des gradins.

De plus, dans le filon César principalement, il a été relevé quelques diaclases subparallèles aux talus terrassés (orientation N°140 environ). Ces diaclases au fort pendage sud-ouest déstabilisent régulièrement de petits panneaux de saprolites, notamment par décompression, ne dépassant pas quelques centaines de litres et avec un caractère peu régressif.

Ce diaclasage n'a pas été rencontré sur les autres chantiers.

Par ailleurs, des mouvements de matériaux peuvent intervenir par imbibition des saprolites consécutives à des stagnations d'eaux météoriques sur les gradins ; ils ne concernent en général que de faibles volumes ici car ces stagnations donnent en général naissance à des microcanyons.

L'ensemble de ces chutes de matériaux s'effectue « sur place » quasiment sans composante horizontale (pas de rebonds ni d'envols) par suite de la morphologie des fosses et de leur caractère non rocheux.

IV.4.3. Les blocs isolés

Les blocs rocheux isolés dans les talus sont très peu nombreux, en général du quartz massif, et ce d'autant plus qu'ils se trouvent exploités comme minerai.

Les seuls blocs importants (> 30 l) observés se trouvent ainsi en fond de tranchées, ainsi que dans l'axe de la structure filonienne en cours d'exploitation et donc sans incidence sur la stabilité des talus.

Des massifs de « roches vertes » (sans doute des laves andésitiques) de bonne tenue mais fracturés peuvent également libérer en grands blocs rocheux, cet aspect n'ayant été observé qu'en partie centrale du chantier Virgile.

IV.5. Conclusions - Principes de gestion géotechnique des fronts d'exploitation

IV.5.1. La géométrie des talus terrassés

. Géométrie des gradins

D'une façon générale l'amélioration relative des caractéristiques mécaniques des matériaux avec la profondeur conduit à adapter la géométrie des fronts de taille en fonction de leur position par rapport à la surface topographique avant terrassement.

Avec les valeurs des mesures de la cohésion non drainée C_u , en retenant une portance du sol $q = 5 C_u/3$ (3 étant le coefficient de sécurité retenu habituellement pour les calculs de fondations) et une modération $C = C_u/2$ par sécurité, il vient avec $C = 30$ à 40 KPa (saprolites de la partie superficielle des tranchées), une capacité portante de $0,25$ MPa et qui correspond ici à une colonne de saprolites de 10 à 12 m environ.

Pour la partie profonde des tranchées ($>25-30$ m), cette colonne de saprolites pourrait ainsi atteindre 15 m.

Ainsi, d'une façon générale, nous conseillons de retenir des gradins d'environ 10 m de hauteur au plus pour les fronts supérieurs (de 0 à 25 m environ) et, au delà en profondeur, des gradins pouvant atteindre 15 m environ.

La pente de chacun des gradins sera ici conditionnée principalement par les caractéristiques des matériaux et non par les discontinuités, de faible incidence (sauf anomalie locale) sur la tenue d'ensemble des talus et on retiendra des pentes les plus fortes possibles pour y limiter l'incidence de l'érosion pluviale, sans toutefois dépasser $5v/1h$ (5 à la verticale) pour les talus profonds et $2v/1h$ environ pour les talus plus proches de la surface.

La largeur des gradins ne sera pas inférieure à 10 m en partie supérieure et à 3 m en partie inférieure et la génératrice du talus terrassé s'établira à $1/1$ au plus pour les gradins supérieurs (de 0 à 25 m environ) et à $2/1$ (2 à la verticale) au plus pour les parties profondes au delà de 25 à 30 m environ, après bien entendu vérification, dans les nouveaux chantiers à venir, de l'état des matériaux terrassés et de leur aptitude à supporter ces pentes.

. Calculs de stabilité

Des calculs informatiques de stabilité ont été réalisés à l'aide du logiciel TALREN 4- version 2.0.3 sur ces profils types qui ont été définis comme principes généraux par l'analyse géotechnique et structurale ; les caractéristiques mécaniques retenues pour les matériaux en place sont :

- saprolites superficielles, entre 0 et 25 à 30m sous la surface du sol :
 - $\varphi = 25^\circ$
 - $C = 35 \text{ KPa}$
 - $d = 2,2 \text{ t/m}^3$
- saprolites profondes, au-delà de 25 à 30m sous la surface du sol :
 - $\varphi = 25^\circ$
 - $C = 60 \text{ KPa}$
 - $d = 2,2 \text{ t/m}^3$

Un coefficient de sécurité de 1,3 en fin de calcul a été retenu arbitrairement pour une situation considérée ici comme stable à moyen terme permettant d'apprécier la réalité de la stabilité technique des ouvrages étudiés (cf. résultats détaillés en annexe).

Bien entendu, aucune simulation sous sollicitation sismique n'a été réalisée, la Guyane se localisant en zone 0 (sismicité nulle) dans le décret du n°91-461 du 14 mai 1991. Une surcharge en tête de 1 t/m^2 a été retenue pour simuler le passage des véhicules.

- Talus de la partie supérieure des chantiers (talus des gradins hauts de 10m pentés à 2v/1h, génératrice à 1/1) :

$$F = 1,3$$

- Talus de la partie inférieure des chantiers (talus des gradins hauts de 15 m pentés à 5v/1h, génératrice à 2v/1h) :

$$F = 1,31$$

- Ensemble d'un talus de fosse dont la géométrie varie en fonction de la profondeur selon les deux types de talus calculés ci-dessus ; le calcul a été conduit ici en retenant un glissement plan.

$$F = 1,38$$

La stabilité de détail et d'ensemble de ces talus apparaît donc convenable, mais devra être adaptée à la réalité de chaque cas, en fonction notamment des discontinuités qui pourraient y être rencontrées.

. Adaptations aux discontinuités

Ainsi en pratique, cette géométrie proposée pour les talus des fosses doit tenir compte des discontinuités comme des caractéristiques mécaniques des matériaux, et peut donc être amenée à varier avec la profondeur et l'état des matériaux terrassés.

Ainsi, le diaclasage est prévisible, à partir notamment des observations sur les gradins en cours et peut être géré pour l'approfondissement du chantier, et les fractures importantes, ici très peu nombreuses, qui seront rencontrées à l'avancement des terrassements nécessiteront une anticipation pour leur adapter les travaux d'approfondissement.

En l'état des données, le diaclasage n'a que peu d'incidence sur la stabilité des talus, avec seulement des volumes limités susceptibles d'être désolidarisés ; cet aspect pourra toutefois varier principalement pour des chantiers dont l'orientation deviendrait proche de celle des diaclases, c'est à dire des terrassements orientés Est-Ouest avec risque de désolidarisation de panneaux successifs parallèles aux talus du chantier.

Les possibles volumes susceptibles de devenir instables avec l'approfondissement du chantier en raison de fractures relevées à un moment donné du terrassement devront conduire à adoucir localement les talus (création d'un gradin intermédiaire, ..) ou parfois à purger le dièdre instable prévisible, cet aspect devant être adapté à la réalité de chaque cas.

Au droit du mouvement de terrain ayant affecté la partie centrale du filon Virgile, les matériaux déstabilisés se sont purgés et accumulés vers l'aval mais le phénomène sera reproductible lors d'un éventuel approfondissement et une purge des panneaux instables sera alors nécessaire.

Enfin, il convient de souligner que l'ensemble de ces données concerne des chantiers en sommeil avec des talus abandonnés sans entretien depuis plusieurs années, et que la stabilité des fronts terrassés durant les chantier d'exploitation apparait finalement dans l'ensemble très convenable (sauf erreur d'aménagement) à court et moyen terme, c'est à dire durant l'occupation du site par le personnel.

. Éléments divers

On veillera à purger à l'avancement tous les blocs rocheux isolés (quartz, roches vertes, ...) ou désolidarisés de la masse (purgé manuelle ou au godet de la pelle, etc...).

Une surveillance régulière de l'état des talus sera ainsi nécessaire afin de préciser les nécessités de purges éventuelle des panneaux de saprolites ou de blocs rocheux pour la sécurité du personnel.

Bien entendu, il convient d'éviter toute surcharge en tête des talus de déblai, et en particulier la mise en place de versés à stériles proches des chantiers de terrassements en déblai, autant pour des questions de stabilité des talus que de lessivage pluvial. De tels remblais existent notamment sur les sites inactifs de Monte-Christo et de César. De plus, ces remblais comportent des blocs de quartz isolés susceptibles d'être déstabilisés par les eaux météoriques avec un risque réel pour la circulation en pieds de talus.

IV.5.2. La gestion des eaux pluviales

La maîtrise des eaux pluviales représente ici un aspect majeur pour la stabilité des terrassements, car le rôle de l'eau dans les différents désordres apparaît permanent.

Les principes généraux de gestion des eaux pluviales, afin d'éviter les érosions de types microcanyons ou bien d'éventuels mouvements de terrain par imbibition du sol (peu constatés jusqu'ici, hormis pour de très faibles volumes de matériaux mais possiblement latents) seront :

1) de disperser les eaux météoriques ruisselant depuis l'amont vers l'extérieur des chantiers en évitant tout déversement en direction des fronts d'extraction et des talus terrassés en déblais.

Il s'agira donc ici de ne pas perturber les écoulements sur le terrain de part et d'autre des chantiers par la mise en place de stériles ou de remblais. Si les pentes topographiques naturelles ou créées ne permettent pas cette évacuation spontanée, on mettra en place un fossé pluvial peu profond en amont de l'entrée en terre des talus terrassés.

2) chaque plateforme en tête des gradins recevra sur sa bordure un merlon destiné à éviter que les eaux pluviales se déversent sur les gradins suivants et on donnera aux gradins une légère contre-pente vers l'intérieur des massifs (pente contraire à celle du front d'extraction) ainsi qu'une pente longitudinale vers l'extérieur des chantiers de façon à évacuer les eaux hors des terrassements à l'extrémité (ou à chacune des extrémités) des gradins.

Si nécessaire, des fossés à rôle d'exutoire du ruissellement s'effectuant sur les gradins pourront être créés avec un caractère déversant vers le chantier si les longueurs de gradins ne permettent pas une parfaite évacuation des eaux pluviales, mais nécessiteront une parfaite maîtrise du devenir de ces eaux et un entretien régulier et soigné.

De plus, aucune stagnation d'eau ne pourra intervenir sur les gradins (pas de points bas, etc...).

3) de conserver, en phase de travaux, une pente générale au chantier en fond de terrassement (gradin de base) permettant l'évacuation spontanée des eaux, de façon notamment à éviter de baigner le pied des talus terrassés, cet aspect pouvant avoir un rôle déstabilisateur.

4) de donner une pente de surface aussi forte que possible à chaque gradin, de façon à limiter les possibilités de creusement des microcanyons (cf § IV5.1).

Enfin, aucun problème relatif aux eaux souterraines, quasiment inexistantes ici ou limitées à des suintements, n'a été relevé.

V. LES VERSES A STERILES

V.1. Généralités

Les travaux de découverte nécessaires à l'exploitation génèrent de forts volumes de matériaux stériles qui se trouvent économiquement stockés au plus près des sites d'extraction et supposent une gestion prévisionnelle rigoureuse pour éviter de perturber le déroulement des chantiers sur le moyen terme ; chaque tranchée réalisée sur les filons s'accompagne ainsi d'importants remblais avec des saprolites déstructurées comportant quelques blocs de quartz.

Nous conseillerons ici avant tout autre aspect d'examiner la possibilité de réutiliser la tranche superficielle des terrassements, composée d'argiles graveleuses latéritiques, pour la couverture de surface des pistes et voies de circulation.

V.2. Désordres des verses à stériles

Il est tout d'abord étonnant de constater que si les caractéristiques mécaniques des remblais argileux deviennent médiocres par suite des remaniements liés aux terrassements et à leur exposition aux agents atmosphériques (caractéristiques résiduelles), on n'observe nulle part de mouvements de terrains notables dans ces matériaux hormis ceux résultant de l'érosion pluviale, et il apparaît très nettement qu'une reconsolidation relative s'opère dans ces matériaux avec développement d'une cohésion résiduelle non négligeable.

Les désordres affectant les verses à stériles consistent ainsi dans:

- l'apparition de nombreux et profonds microcanyons, en général par suite d'une mauvaise gestion des eaux pluviales et leurs parois raides s'effondrent par petits panneaux subverticaux ;
- de petits mouvements liés à l'imbibition des matériaux par des eaux de surface stagnantes (mauvaise gestion de la morphologie des remblais) ;
- l'érosion de pied par la circulation des eaux, notamment lorsque les verses occupent le fond d'un talweg.

Aucun glissement en masse n'a été observé.

V.3. Conclusions

V.3.1. Gestion géotechnique des verses à stériles

La pente naturelle des verses à stériles s'établit en général au voisinage de 1/1, les pentes plus raides que l'on observe souvent apparaissant toutefois peu stables et ne devront être retenues qu'en phase provisoire.

On évitera, ainsi que déjà précisé plus haut, tout stockage de remblais susceptibles d'induire une influence vers les chantiers de terrassement en contrebas, qu'il s'agisse de la circulation de eaux pluviales, de la stabilité des fronts ou des risques de chute de matériaux (coulées de matériaux imbibés d'eau, produits du lessivage par les pluies, blocs isolés, ..) dans les chantiers. Ainsi, aucun remblai ne devra intervenir directement sur les gradins ou en tête des chantiers.

Une solution adaptée pour la gestion des verses à stériles, sur les plans géotechniques comme environnementaux, serait de réaliser le comblement de fosses de filons déjà exploités avec des matériaux de remblais qui seraient ainsi buttés latéralement sur 2 côtés ; ces fosses permettraient ici des stockages de forts volumes avec notamment de fortes hauteurs, sans le souci de la tenue des talus et avec un minimum d'incidence environnementale.

D'une manière générale, il sera évidemment plus intéressant de "caler" ces remblais en pied de versant, de façon à améliorer leur stabilité d'ensemble plutôt que les installer sur les flancs des reliefs collinaires ; on veillera cependant à ne pas perturber la circulation des eaux pluviales dans le talweg avec le maintien en permanence d'un large fossé ouvert localisé au point bas topographique, c'est à dire ici systématiquement en bordure latérale du remblai contre le terrain naturel.

La réalisation de gradins et de banquettes sur les talus ne nous semble pas adaptée car, outre son aspect peu économique, ce type de banquettes sera détruit rapidement par l'érosion pluviale.

Les microcanyons qui s'installent logiquement dans ces matériaux pourront si nécessaire (érosion trop importante, etc...) être traités simplement par la mise en place d'éléments végétaux (troncs, branches, etc...) en comblement des zones instables, destinés à freiner le régime des eaux, interrompre les érosions régressives et permettre le dépôt des matériaux érodés.

V.3.2. Gestion des eaux pluviales

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 ; on évitera impérativement de recevoir les eaux de ruissellement depuis l'amont par la mise en place de fossés ouverts à rôle de collecte intégrale du ruissellement pluvial. Bien entendu, ces fossés auront une pente maximale de leur profil en long.

Ainsi, les eaux ruisselant sur les remblais seront maintenues toujours en volume aussi faibles que possible et limitées à leur impluvium immédiat.

On évitera aussi toute stagnation et toute infiltration d'eaux sur les verses à stériles de nature à les déstabiliser, en leur donnant une morphologie régulière et en évitant d'y créer des points bas non drainés, en particulier en tête des verses ; on pourra examiner en phase définitive, dans les secteurs où les déversements de matériaux seront interrompus, la mise en place de protections anti-érosion simples de type fascines.

Ces dispositifs simples peuvent être mis en place pour faciliter la végétalisation sur les talus définitifs pour faire face à de problèmes d'érosion active.

Il sera ainsi mis en place sur les zones sensibles des arbres et arbustes coupés et des branches disposées en lignes horizontales sur les talus et retenus par des piquets en bois plantés dans le sol.

De réalisation simple et économique, ces fascines en lits de branches peuvent atteindre ainsi quelques décimètres de hauteur et briser et freiner les phénomènes érosifs en retenant les terres tout en facilitant la végétalisation des ouvrages.

Enfin, d'une façon générale, l'ensemble des talus de remblai en tête des digues devra être systématiquement végétalisé dans les meilleurs délais.

Les eaux ayant circulé sur les verses à stériles après les épisodes pluvieux, certainement turbides, devront pouvoir être décantées ou filtrées par des ouvrages spécifiques dont la fonction ne doit pas nécessairement être confondue avec les des digues de rétention d'eau que nous avons étudiées par ailleurs.

Il s'agira de simples ouvrages sans rôle de stockage destinés à ralentir et à décanter les eaux ; des ouvrages perméables réalisés avec les alluvions sablo-graveleuses lavées des criques seront ici bienvenus par leur rôle filtrant.

De plus, on pourra examiner la mise en place d'éléments végétaux (troncs, branches, etc..) en pied de verses, de façon à réaliser un premier filtrage de rétention des éléments fins transportés.

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

Le Directeur,

Pierre ROSTAN

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

La présente mission G5 + G12 est à présent terminée et nous conseillons de respecter ici l'enchaînement des missions géotechniques en particulier en phase de chantier ; à défaut de mission complémentaire, toute pièce reçue sera considérée comme non lue.

DOCUMENTS CI-ANNEXES :

- classification et schéma d'enchaînement des missions types d'ingénierie géotechnique (NF P 94-500) ;
- plan de situation ;
- calculs de stabilité TALREN 8 ;
- planches photographiques.

DIFFUSION :

- AUPLATA S.A (3 exemplaires + version informatique).

Classification des missions types d'ingénierie géotechnique (Norme NFP 94-500)

L'enchaînement des missions d'ingénierie géotechnique doit suivre les étapes d'élaboration et de réalisation de tout projet pour contribuer à la maîtrise des risques géologiques. Chaque mission s'appuie sur des investigations géotechniques spécifiques.

Il appartient au maître d'ouvrage ou à son mandataire de veiller à la réalisation successive de toutes ces missions par une ingénierie géotechnique.

ÉTAPE 1 : ÉTUDES GÉOTECHNIQUES PREALABLES (G1)

Ces missions excluent toute approche des quantités, délais et coûts d'exécution des ouvrages géotechniques qui entre dans le cadre d'une mission d'étude géotechnique de projet (étape 2). Elles sont normalement à la charge du maître d'ouvrage.

ÉTUDE GÉOTECHNIQUE PRÉLIMINAIRE DE SITE (G11)

Elle est réalisée au stade d'une étude préliminaire ou d'esquisse et permet une première identification des risques géologiques d'un site :

- Faire une enquête documentaire sur le cadre géotechnique du site et l'existence d'avoisinants avec visite du site et des alentours.
- Définir un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.
- Fournir un rapport avec un modèle géologique préliminaire, certains principes généraux d'adaptation du projet au site et une première identification des risques.

ÉTUDE GÉOTECHNIQUE D'AVANT PROJET (G12)

Elle est réalisée au stade de l'avant projet et permet de réduire les conséquences des risques géologiques majeurs identifiés :

- Définir un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.
- Fournir un rapport donnant les hypothèses géotechniques à prendre en compte au stade de l'avant-projet, certains principes généraux de construction (notamment terrassements, soutènements, fondations, risques de déformation des terrains, dispositions générales vis-à-vis des nappes et avoisinants).

Cette étude sera obligatoirement complétée lors de l'étude géotechnique de projet (étape 2).

ÉTAPE 2 : ÉTUDE GÉOTECHNIQUE DE PROJET (G2)

Elle est réalisée pour définir le projet des ouvrages géotechniques et permet de réduire les conséquences des risques géologiques importants identifiés. Elle est normalement à la charge du maître d'ouvrage et peut être intégrée à la mission de maîtrise d'œuvre générale.

Phase Projet

- Définir un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.
- Fournir une synthèse actualisée du site et les notes techniques donnant les méthodes d'exécution proposées pour les ouvrages géotechniques (notamment terrassements, soutènements, fondations, dispositions vis-à-vis des nappes et avoisinants) et les valeurs seuils associées, certaines notes de calcul de dimensionnement niveau projet.
- Fournir une approche des quantités/délais/coûts d'exécution de ces ouvrages géotechniques et une identification des conséquences des risques géologiques résiduels.

Phase Assistance aux Contrats de Travaux

- Établir les documents nécessaires à la consultation des entreprises pour l'exécution des ouvrages géotechniques (plans, notices techniques, cadre de bordereau des prix et d'estimatif, planning prévisionnel).
- Assister le client pour la sélection des entreprises et l'analyse technique des offres.

ÉTAPE 3 : EXÉCUTION DES OUVRAGES GÉOTECHNIQUES (G3 et G 4, distinctes et simultanées)

ÉTUDE ET SUIVI GÉOTECHNIQUES D'EXÉCUTION (G3) Se déroulant en 2 phases interactives et indissociables, elle permet de réduire les risques résiduels par la mise en œuvre à temps de mesures d'adaptation ou d'optimisation. Elle est normalement confiée à l'entrepreneur

Phase Étude

- Définir un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.
- Étudier dans le détail les ouvrages géotechniques notamment validation des hypothèses géotechniques, définition et dimensionnement (calculs justificatifs), méthodes et conditions d'exécution (phasages, suivis, contrôles, auscultations en fonction des valeurs seuils associées, dispositions constructives complémentaires éventuelles), élaborer le dossier géotechnique d'exécution.

Phase Suivi

- Suivre le programme d'auscultation et l'exécution des ouvrages géotechniques, déclencher si nécessaire les dispositions constructives prédéfinies en phase Étude.
- Vérifier les données géotechniques par relevés lors des excavations et par un programme d'investigations géotechniques complémentaire si nécessaire (le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats).
- Participer à l'établissement du dossier de fin de travaux et des recommandations de maintenance des ouvrages géotechniques.

SUPERVISION GÉOTECHNIQUE D'EXÉCUTION (G4)

Elle permet de vérifier la conformité aux objectifs du projet, de l'étude et du suivi géotechniques d'exécution. Elle est normalement à la charge du maître d'ouvrage.

Phase Supervision de l'étude d'exécution

- Avis sur l'étude géotechnique d'exécution, sur les adaptations ou optimisations potentielles des ouvrages géotechniques proposées par l'entrepreneur, sur le programme d'auscultation et les valeurs seuils associées. **Phase Supervision du suivi d'exécution**
- Avis, par interventions ponctuelles sur le chantier, sur le contexte géotechnique tel qu'observé par l'entrepreneur, sur le comportement observé de l'ouvrage et des avoisinants concernés et sur l'adaptation ou l'optimisation de l'ouvrage géotechnique proposée par l'entrepreneur.

DIAGNOSTIC GÉOTECHNIQUE (G5)

Pendant le déroulement d'un projet ou au cours de la vie d'un ouvrage, il peut être nécessaire de procéder, de façon strictement limitative, à l'étude d'un ou plusieurs éléments géotechniques spécifiques, dans le cadre d'une mission ponctuelle.

- Définir, après enquête documentaire, un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.
- Étudier un ou plusieurs éléments géotechniques spécifiques (par exemple soutènement, rabattement, causes géotechniques d'un désordre) dans le cadre de ce diagnostic, mais sans aucune implication dans d'autres éléments géotechniques.

Des études géotechniques de projet et/ou d'exécution, de suivi et supervision, doivent être réalisées ultérieurement, conformément à l'enchaînement des missions d'ingénierie géotechnique, si ce diagnostic conduit à modifier ou réaliser des travaux.

Classification et enchaînement des missions types d'ingénierie géotechnique (NFP 94-500)

Tout ouvrage est en interaction avec son environnement géotechnique. C'est pourquoi, au même titre que les autres ingénieries, l'ingénierie géotechnique est une composante de la maîtrise d'œuvre indispensable à l'étude puis à la réalisation de tout projet.

Le modèle géologique et le contexte géotechnique général d'un site, définis lors d'une mission géotechnique préliminaire, ne peuvent servir qu'à identifier des risques potentiels liés aux aléas géologiques du site. L'étude de leurs conséquences et de leur réduction éventuelle ne peut être faite que lors d'une mission géotechnique au stade de la mise au point du projet : en effet, les contraintes géotechniques de site sont conditionnées par la nature de l'ouvrage et variables dans le temps, puisque les formations géologiques se comportent différemment en fonction des sollicitations auxquelles elles sont soumises (géométrie de l'ouvrage, intensité et durée des efforts, cycles climatiques, procédés de construction, phasage des travaux notamment).

L'ingénierie géotechnique doit donc être associée aux autres ingénieries, à toutes les étapes successives d'étude et de réalisation d'un projet, et ainsi contribuer à une gestion efficace des risques géologiques afin de fiabiliser le délai d'exécution, le coût réel et la qualité des ouvrages géotechniques que comporte le projet.

L'enchaînement et la définition synthétique des missions types d'ingénierie géotechnique sont donnés dans les tableaux 1 et 2.

Les éléments de chaque mission sont spécifiés dans les chapitres 7 à 9. Les exigences qui y sont présentées sont, à respecter pour chacune des missions, en plus des exigences générales décrites au chapitre 5 de la présente norme.

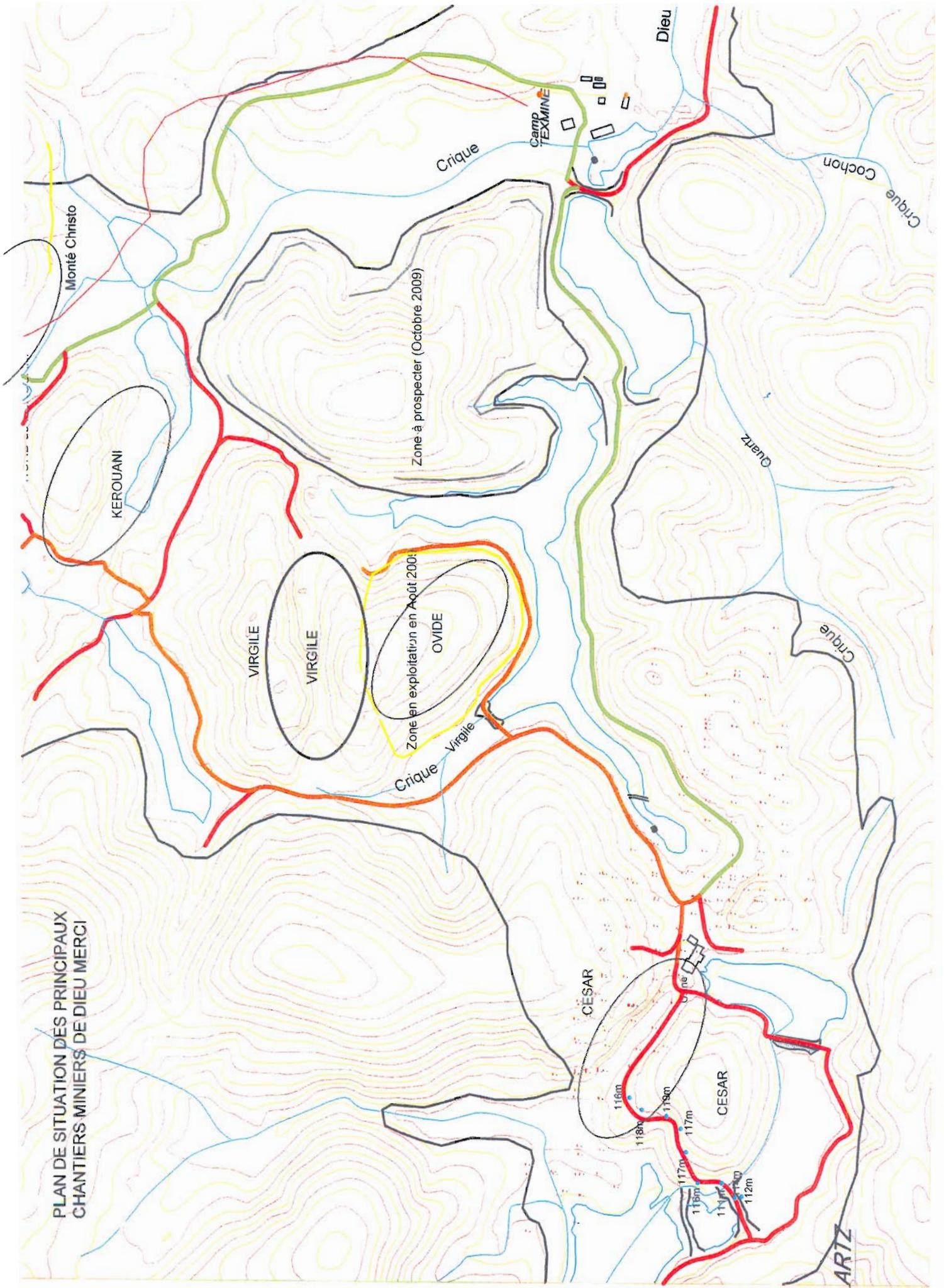
- L'objectif de chaque mission, ainsi que ses limites, sont rappelés en tête de chaque chapitre. Les éléments de la prestation d'investigations géotechniques sont spécifiés au chapitre 6.

Schéma d'enchaînement des missions types d'ingénierie géotechnique :

Étape	Phase d'avancement du projet	Missions d'ingénierie géotechnique	Objectifs en termes de gestion des risques liés aux aléas géologiques	Prestations d'investigations géotechniques *
1	Étude préliminaire Étude d'esquisse	Étude géotechnique préliminaire de site (G11)	Première identification des risques	Fonction des données existantes
	Avant projet	Étude géotechnique d'avant-projet (G12)	Identification des aléas majeurs et principes généraux pour en limiter les conséquences	Fonction des données existantes et de l'avant-projet
2	Projet Assistance aux Contrats de Travaux (ACT)	Étude géotechnique de projet (G2)	Identification des aléas importants et dispositions pour en réduire les conséquences	Fonction des choix constructifs
3	Exécution	Étude et suivi géotechniques d'exécution (G3)	Identification des aléas résiduels et dispositions pour en limiter les conséquences	Fonction des méthodes de construction mises en œuvre
		Supervision géotechnique d'exécution (G4)		Fonction des conditions rencontrées à l'exécution

* Note : à définir par l'ingénierie géotechnique chargée de la mission correspondante.

PLAN DE SITUATION DES PRINCIPAUX
CHANTIERS MINIERS DE DIEU MERCI



Sol n°	1
γ (kN/m ³)	22.00
ϕ (°)	25.00
c(kPa)	69.00
Δc (kPa/m)	0.00

Phase : Phase (1) / Situation : Situation (1)

Méthode de calcul : Perturbations

Système d'Unités : kN,kPa,kN/m³

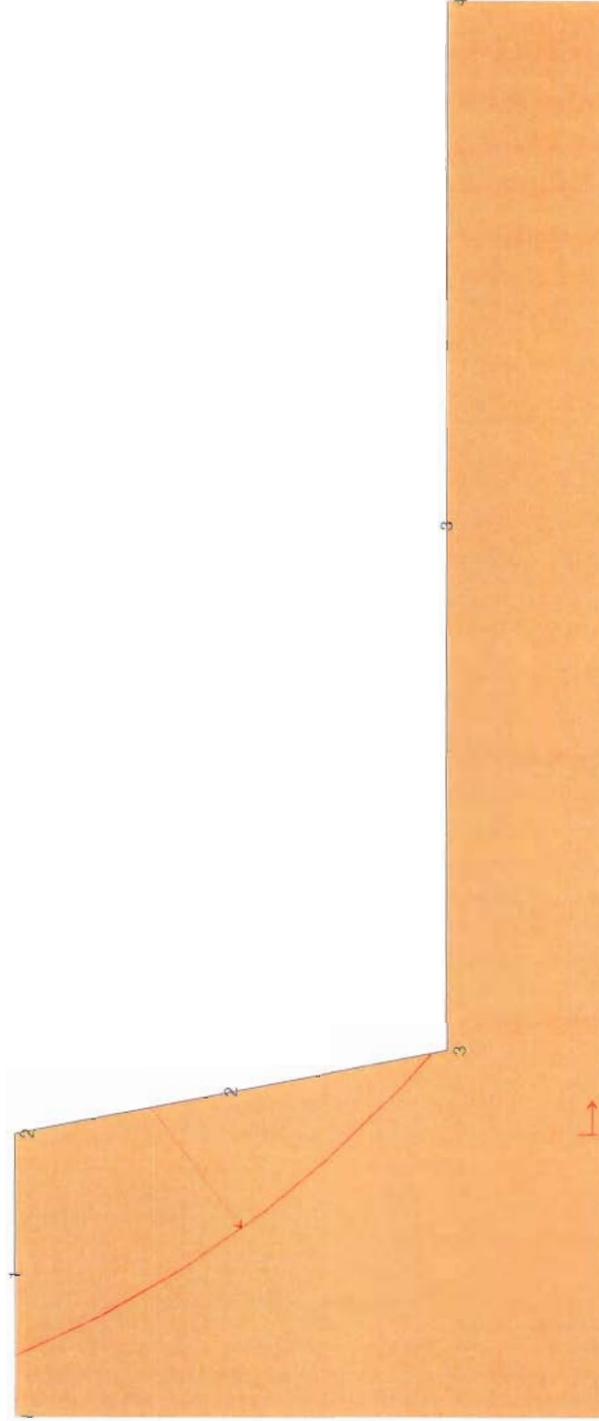
Pondérations : sans coefficient

Echelle:264



$F_{min} = 1.31$

1,31



1 Couche 1

TALREN 4 v2.0.3



9192 / TALUS 15m 25°

C:\...19192 talus 15m 25°.prj

Étude réalisée par :

TETHYS

Imprimée le : 20/11/09 à 16:29:44

Sol n°	1
γ (kN/m ³)	22.00
φ (°)	25.00
c(kPa)	35.00
Δc (kPa/m)	0.00

Phase : Phase (1) / Situation : Situation (1)

Méthode de calcul : Perturbations

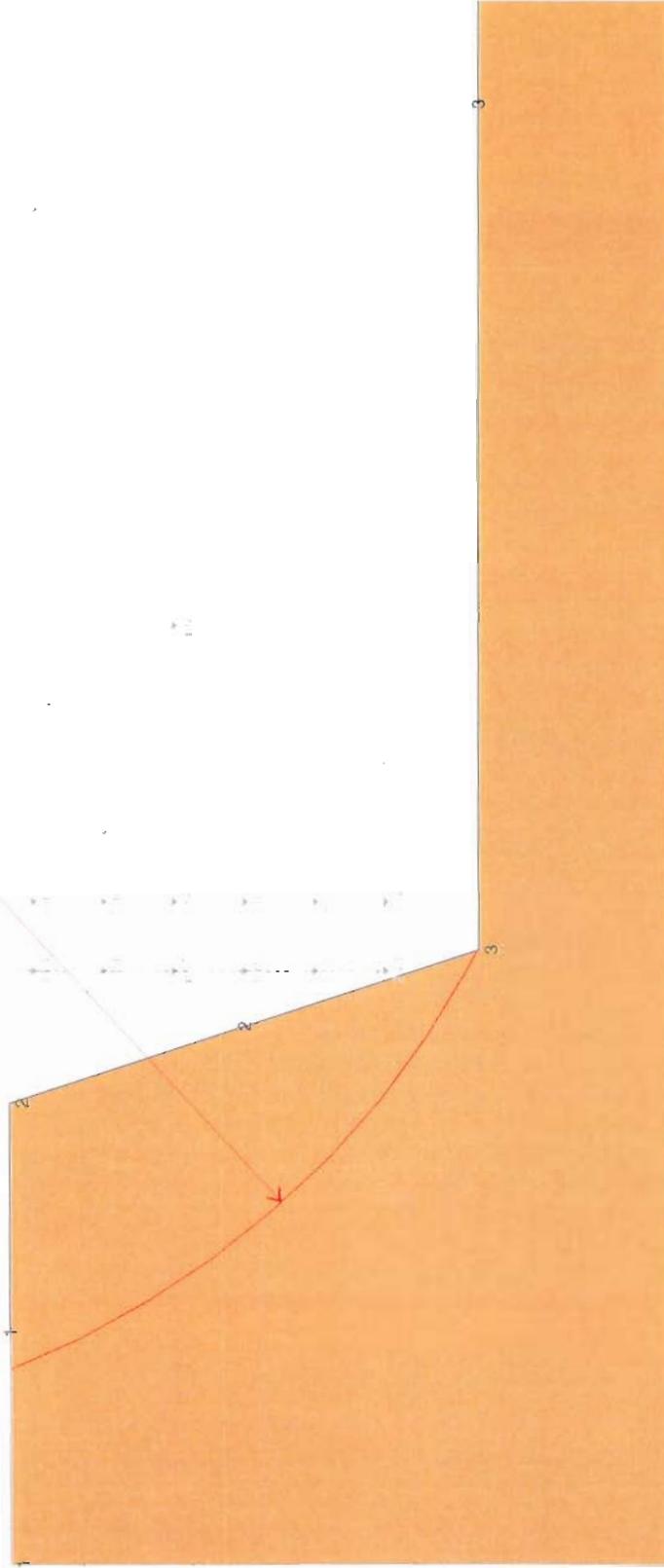
Système d'unités : kN,kPa,kN/m³

Pondérations : sans coefficient

Echelle:158



F_{min} = 1.3



1 Couche 1

TALREN 4 v2.0.3



9192 / TALUS 10m 25°

C:\...\9192 talus 10m 25°.prj

Etude réalisée par :
TETHYS

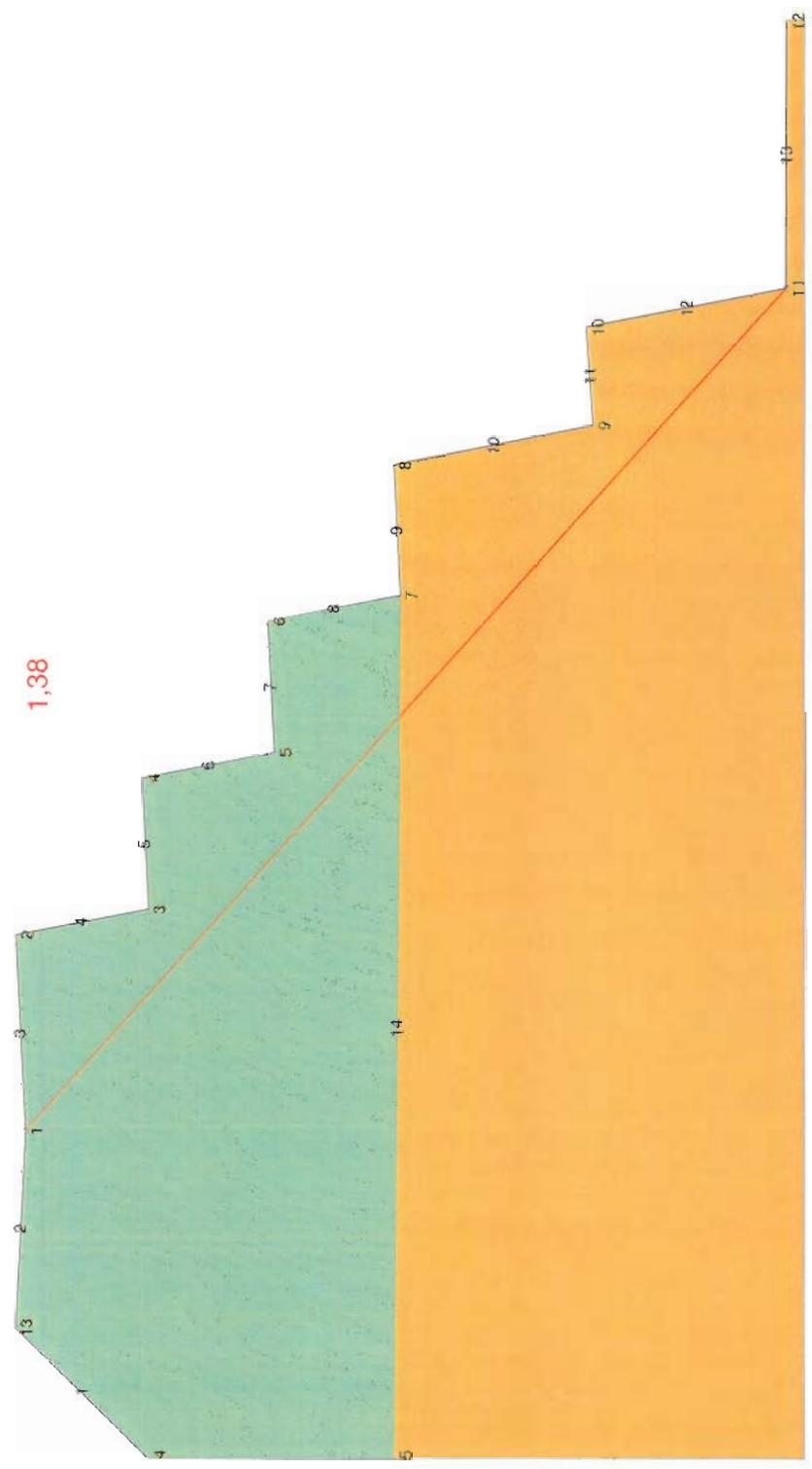
Imprimée le : 20/11/09 à 16:18:39

Sol n°	1	2
γ (kN/m ³)	22.00	22.00
ϕ (°)	25.00	25.00
c (kPa)	60.00	30.00
Δc (kPa/m)	2.00	2.00

Phase : Phase (1) / Situation : Situation (3)
Méthode de calcul : Bishop
Système d'unités : kN,kPa,kN/m³
Pondérations : sans coefficient

Echelle:530

F_{min} = 1.38



- 1 Couche 1
- 2 Couche 2



Filon KEROUANI, anciens chantiers, partie sud du talus est ; on observe les phénomènes d'érosion pluviale différentielle avec la nature des matériaux (filonnets de quartz, zones indurées, ..) et leur état d'altération avec la profondeur.



Chantier OVIDE, actif actuellement, partie sud du talus est ; très peu de discontinuités sont observables dans les talus (principalement des filonnets de quartz subhorizontaux) sur lesquels aucun désordre n'est apparu, les instabilités éventuelles apparaissant la plupart du temps avec la décompression à moyen terme des matériaux (quelques mois).



Filon VIRGILE, partie nord du talus ouest ; on remarque une diaclase faiblement pentée vers le talus induisant un dièdre déversant. D'autres diaclases subverticales à pendage favorable induisent des instabilités de faible volume (arrachement en pied de talus, ..).



Filon VIRGILE, partie nord du talus est ; quelques diaclases perpendiculaires à la tranchée et au pendage plus ou moins fort induisent de petits dièdres instables et sont surtout exploitées par les eaux pluviales non maîtrisées.



Filon VIRGILE, vue d'ensemble depuis le sud. On note d'une façon générale l'importance des volumes de terres transportés par l'érosion pluviale lorsque ses eaux se déversent vers le chantier, et surtout lorsque des remblais stériles se trouvent installés dans le bassin versant immédiat du chantier.



Filon VIRGILE, talus est ; ce talus ancien présente une allure médiocre par suites des dégâts liés au ruissellement, avec de forts transports de matériaux, voire de petites coulées de boue depuis les remblais stériles, ainsi qu'une érosion régressive lente mais régulière des fronts.



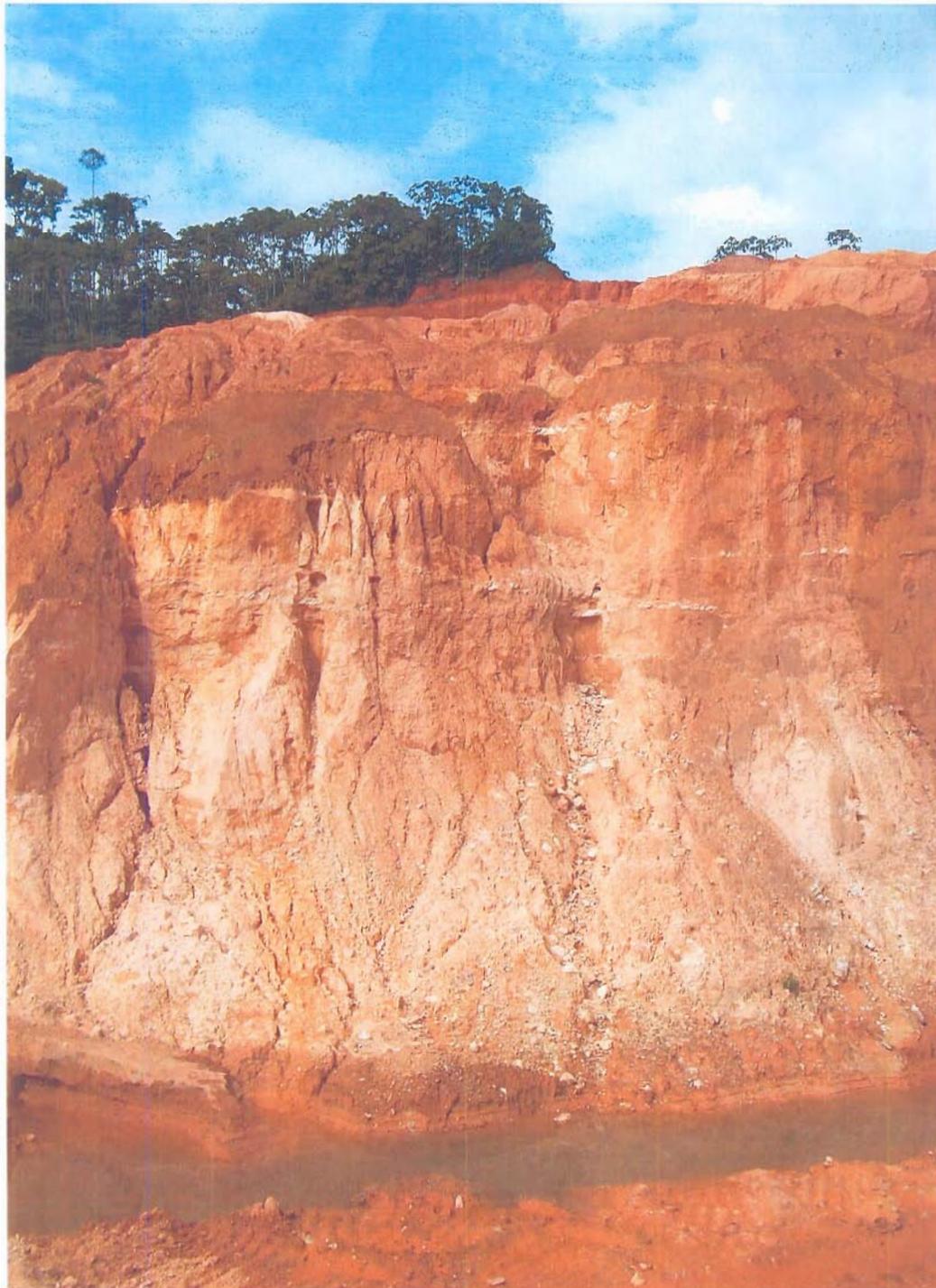
Filon VIRGILE, partie centrale du talus ouest ; vue d'ensemble du grand glissement provoqué par l'intersection de deux failles avec un pendage défavorable (pendage dirigé vers l'intérieur du chantier). Les talus voisins au-delà de ces deux fractures apparaissent de bonne tenue générale.



Filon VIRGILE, talus ouest ; sous- cavement par l'érosion pluviale non maîtrisée ruisselant sur les gradins et exploitant des diaclases, série de petits effondrement régressifs.



Filon CESAR, vue d'ensemble du talus est depuis le nord. La stabilité d'ensemble de la tranchée apparaît convenable, mais de nombreux désordres apparaissent à plus petite échelle, avec des dièdres de faible volume liés à la fracturation et des mouvements de matériaux liés à des défauts de maîtrise des eaux pluviales ou à une géométrie des talus inadaptée (stockage de stériles, forts talus raides, ..)..

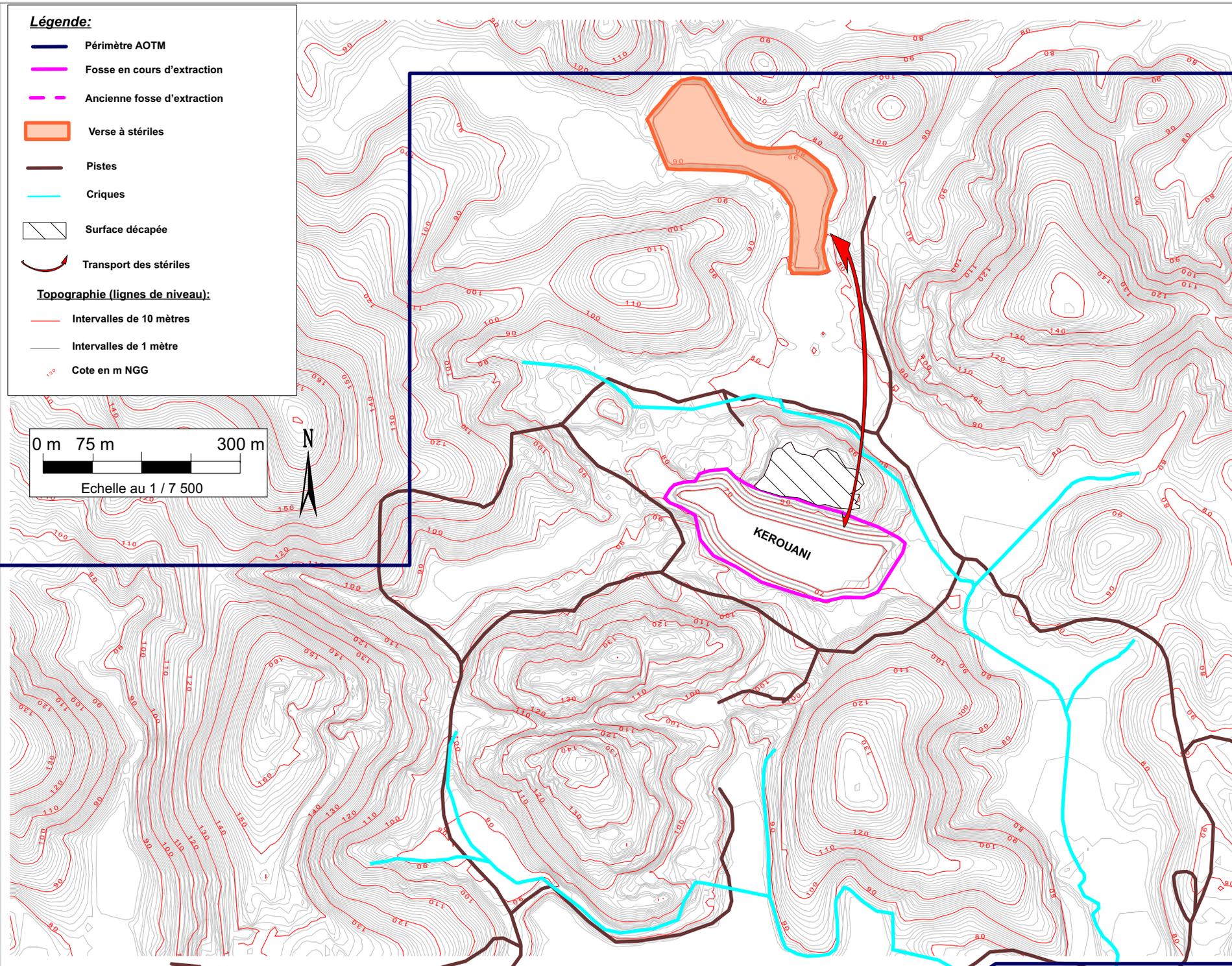


Filon CESAR, talus est. Ensemble de filonnets de quartz subhorizontaux disposés en échelons.

ANNEXE 4

Planches de phasage de l'extraction du minerai primaire saprolitique

Source : GéoPlusEnvironnement, 2014

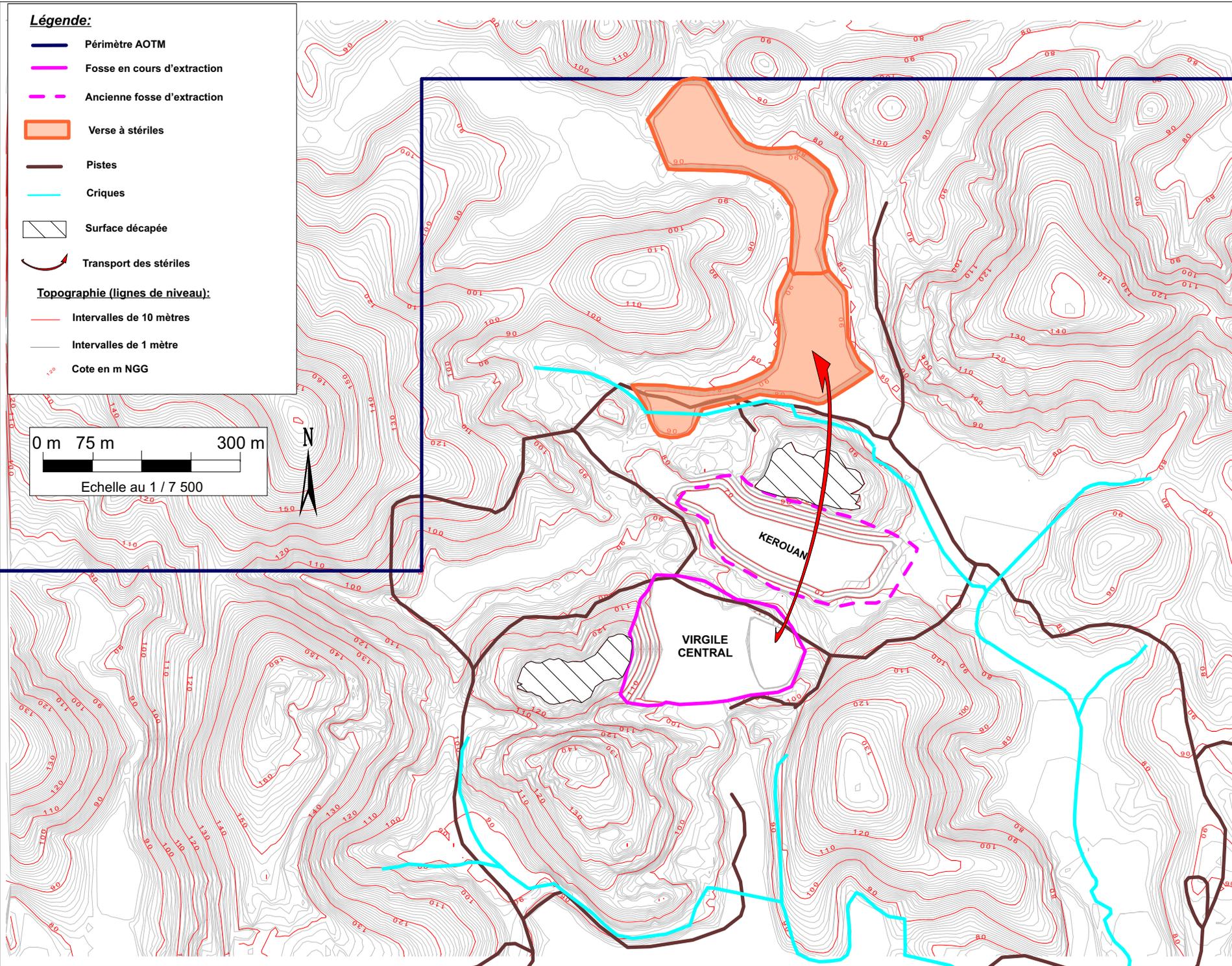


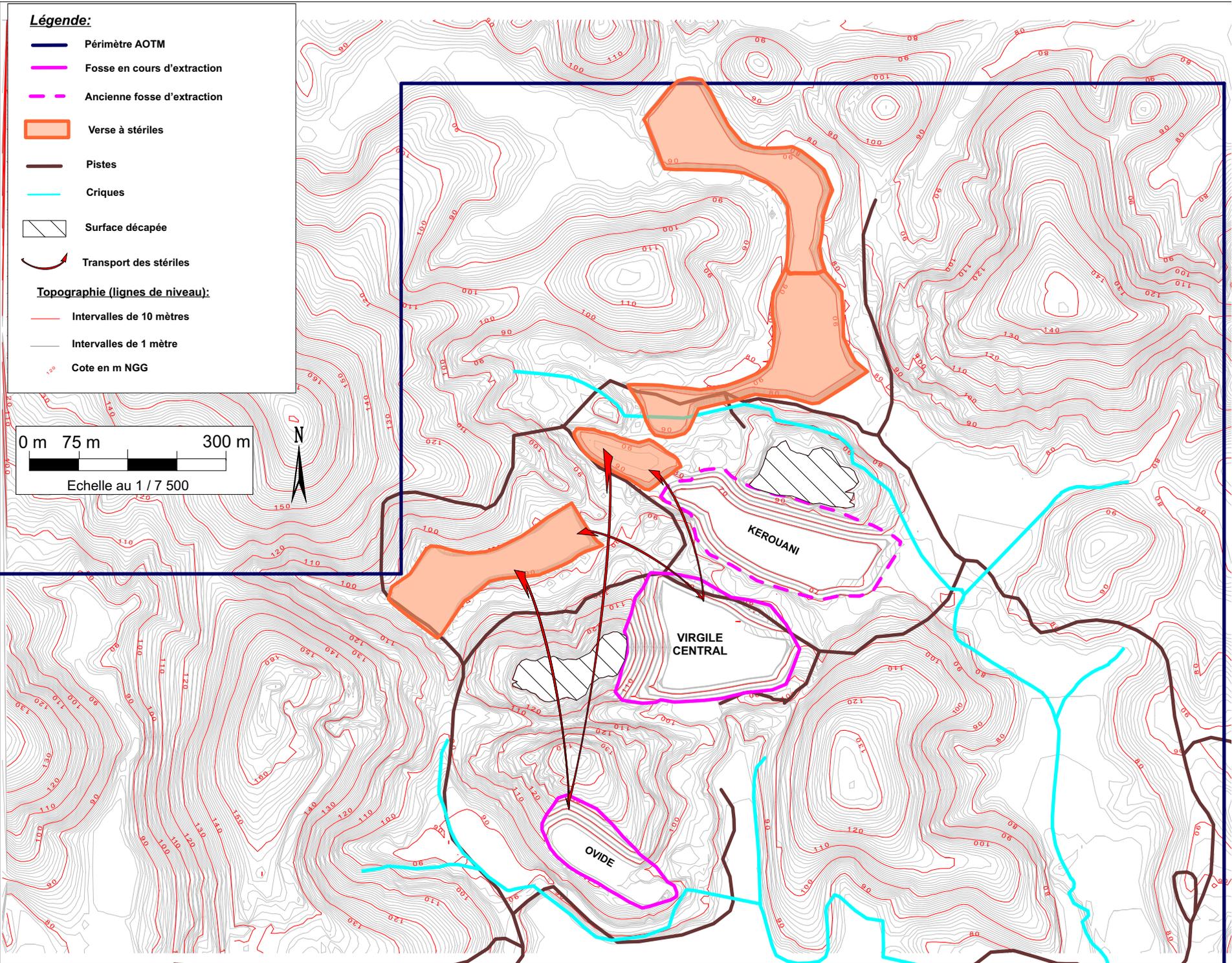
Légende:

-  Périimètre AOTM
-  Fosse en cours d'extraction
-  Ancienne fosse d'extraction
-  Verse à stériles
-  Pistes
-  Criques
-  Surface décapée
-  Transport des stériles

Topographie (lignes de niveau):

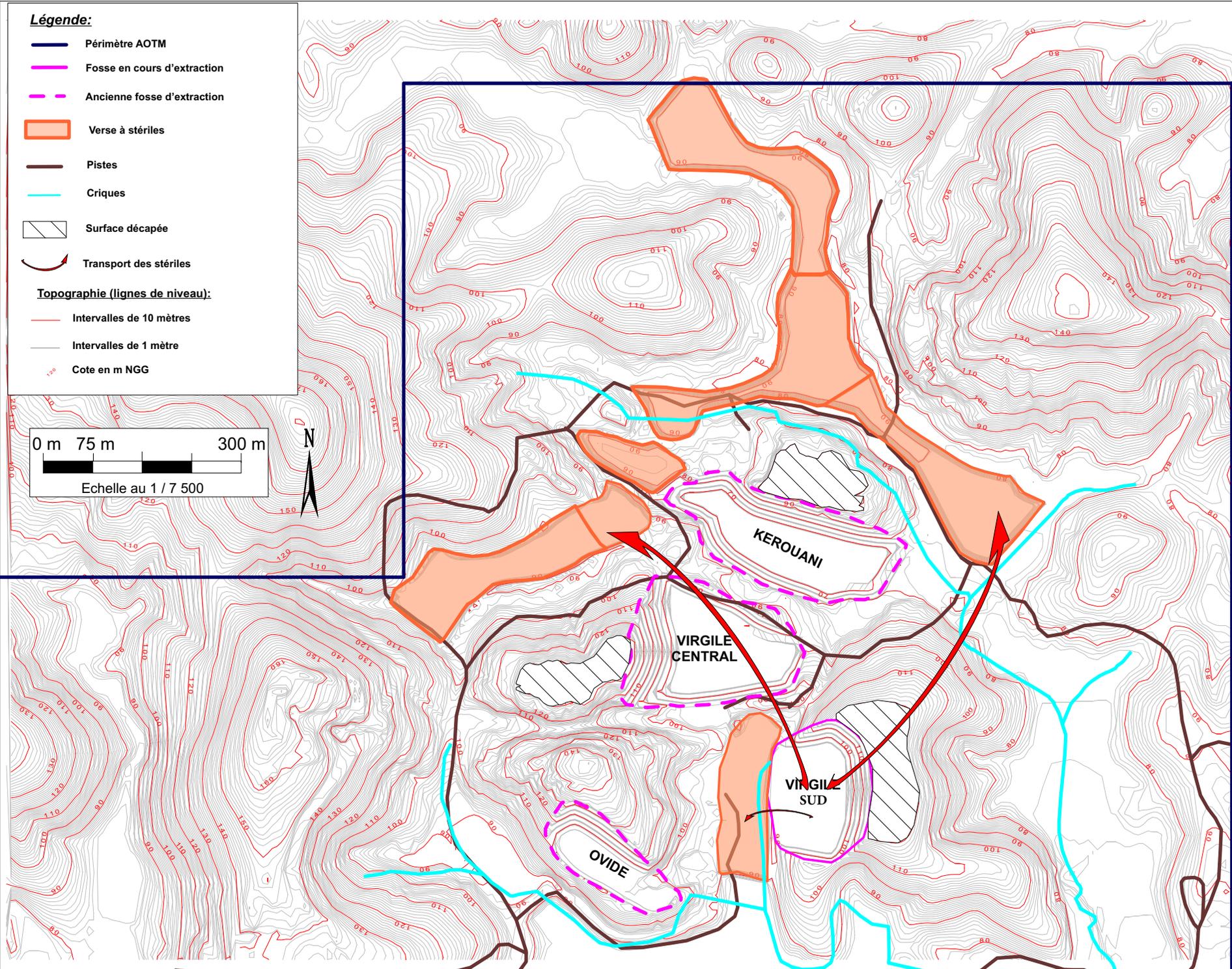
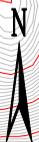
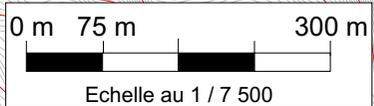
-  Intervalles de 10 mètres
-  Intervalles de 1 mètre
-  Cote en m NGG





Légende:

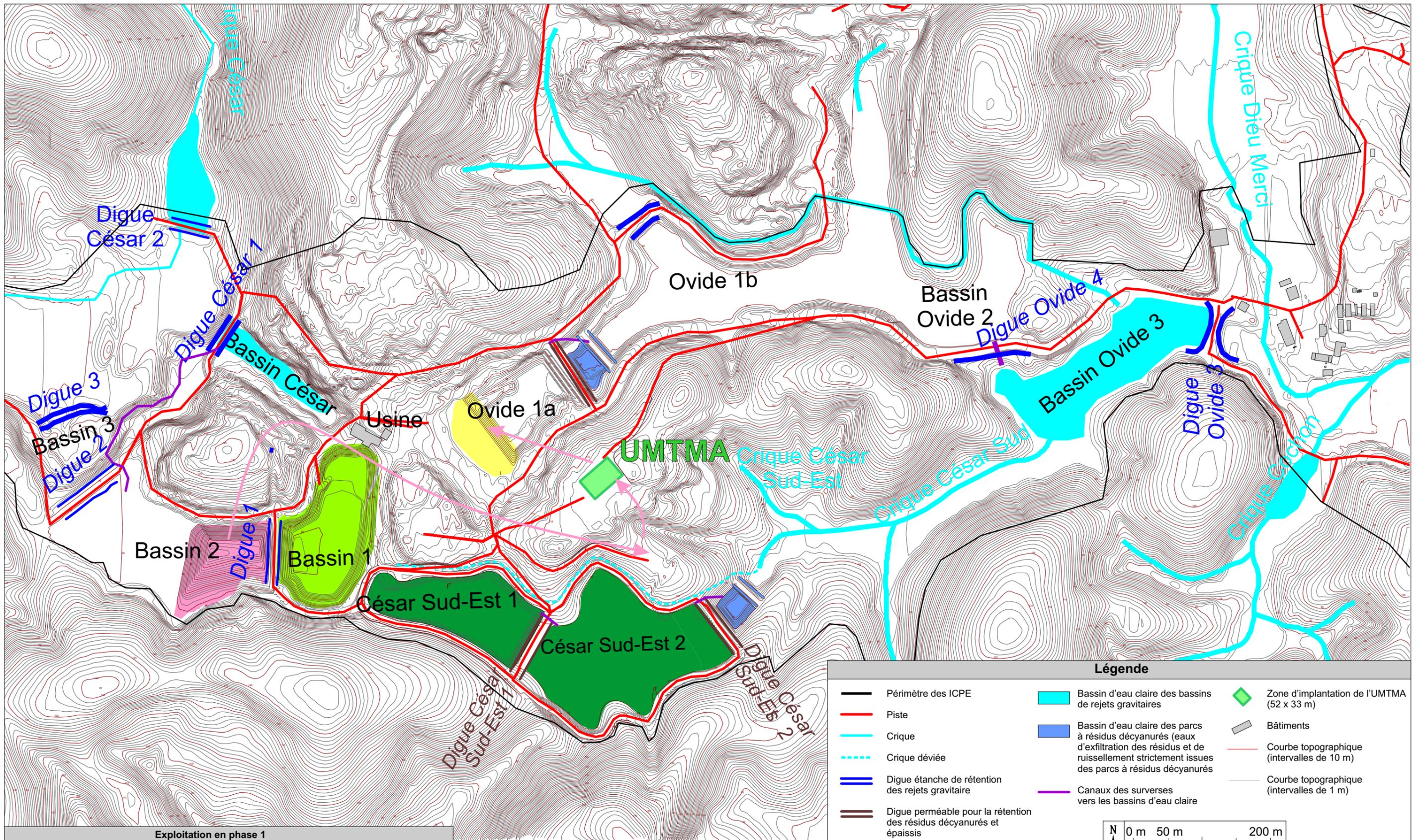
-  Périmètre AOTM
 -  Fosse en cours d'extraction
 -  Ancienne fosse d'extraction
 -  Verse à stériles
 -  Pistes
 -  Criques
 -  Surface décapée
 -  Transport des stériles
- Topographie (lignes de niveau):**
-  Intervalles de 10 mètres
 -  Intervalles de 1 mètre
 -  Cote en m NGG



ANNEXE 5

Planches de phasage de la reprise des anciens rejets de la gravimétrie

Source : GéoPlusEnvironnement, 2014

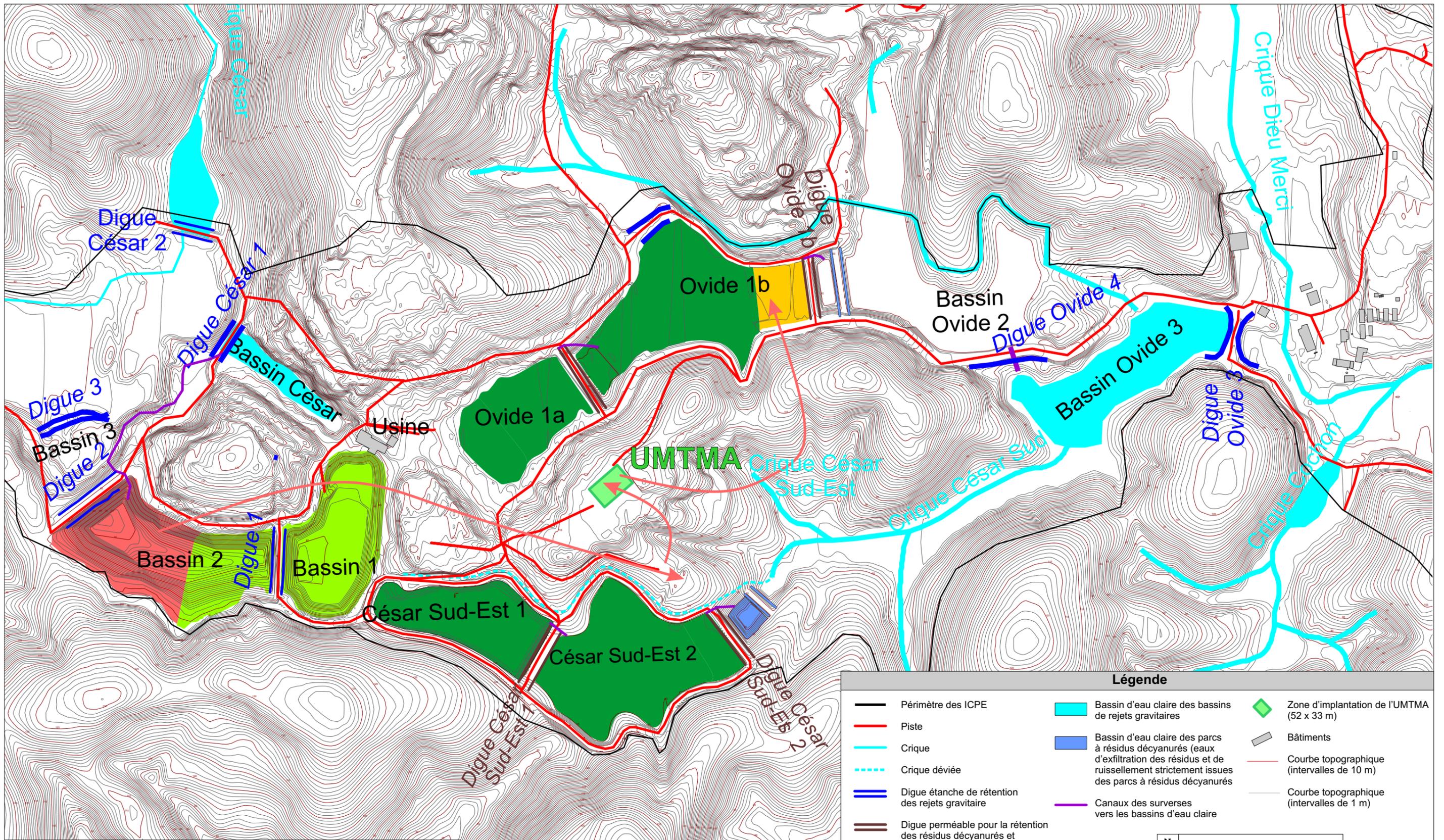


Exploitation en phase 1

	Zone de reprise des rejets gravitaires en chantier (AOTM)
	Mouvement des rejets et résidus
	Zone stockage des résidus décyanurés en chantier = $S_{2720}=0,7$ ha (ICPE)
	Zone de reprise réaménagée en fin de phase 1 (AOTM)
	Zone de stockage réaménagée en fin de phase 1 (ICPE)

Légende

	Périmètre des ICPE		Bassin d'eau claire des bassins de rejets gravitaires		Zone d'implantation de l'UMTMA (52 x 33 m)
	Piste		Bassin d'eau claire des parcs à résidus décyanurés (eaux d'exfiltration des résidus et de ruissellement strictement issues des parcs à résidus décyanurés)		Bâtiments
	Crique		Canaux des surverses vers les bassins d'eau claire		Courbe topographique (intervalles de 10 m)
	Crique déviée		Digue perméable pour la rétention des résidus décyanurés et épaissis		Courbe topographique (intervalles de 1 m)
	Digue étanche de rétention des rejets gravitaire		Digue étanche en aval des parcs à résidus décyanurés	 Echelle au 1 / 5 000	



Exploitation en phase 1	
	Zone de reprise des rejets gravitaires en chantier (AOTM)
	Mouvement des rejets et résidus
	Zone stockage des résidus décyanurés en chantier = $S_{2720} = 0,6$ ha (ICPE)
	Zone de reprise réaménagée en fin de phase 2.1 (AOTM)
	Zone de stockage réaménagée en fin de phase 2.1 (ICPE)

Légende

	Périmètre des ICPE		Bassin d'eau claire des bassins de rejets gravitaires		Zone d'implantation de l'UMTMA (52 x 33 m)
	Piste		Bassin d'eau claire des parcs à résidus décyanurés (eaux d'infiltation des résidus et de ruissellement strictement issues des parcs à résidus décyanurés)		Bâtiments
	Crique		Canaux des surverses vers les bassins d'eau claire		Courbe topographique (intervalles de 10 m)
	Crique déviée		Digue perméable pour la rétention des résidus décyanurés et épaissis		Courbe topographique (intervalles de 1 m)
	Digue étanche de rétention des rejets gravitaire		Digue étanche en aval des parcs à résidus décyanurés		

N 0 m 50 m 200 m
Echelle au 1 / 5 000

AUPLATA - MINE D'OR DE DIEU MERCI - COMMUNE DE ST ELIE, GUYANE FRANÇAISE (973)
Demande d'autorisation d'Ouverture de Travaux Miniers (AOTM)
Mémoire Technique

ANNEXE 6

Visite de contrôle géotechnique des digues existantes. Site minier de Dieu Merci

Source : Mines&Avenir, 2014

RAPPORT D'ÉTUDE GÉOTECHNIQUE



VISITE DE CONTRÔLE GÉOTECHNIQUE DES DIGUES EXISTANTES

SITE MINIER DE DIEU-MERCI

Commune de SAINT-ELIE

AUPLATA S.A.

Réf. : RP-973/1081/02

Septembre 2014

RAPPORT D'ÉTUDE GÉOTECHNIQUE

Nos Réf. : RP-973/1081/02

SITUATION : Site minier de Dieu-Merci, commune de Saint-Élie.

OBJET : Visite de contrôle géotechnique des digues existantes ;
notre devis réf. RP-973/1081/01 du 14/08/2013, votre Bon
de Commande n°5656 du 01/09/2014.

DEMANDEUR : M.Pierre GIBERT, Directeur Technique, AUPLATA S.A.,
Dégrad des Cannes, 97354 REMIRE-MONTJOLY.

Documents fournis :
- Néant.

Table des matières

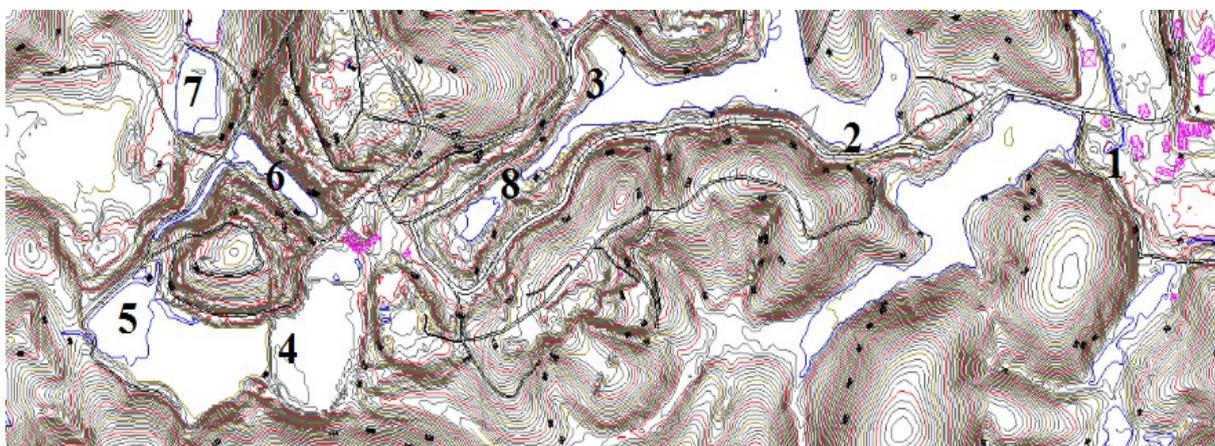
I. LE SITE PRINCIPE DE L'ÉTUDE.....	3
II. VISITE DES DIGUES EXISTANTES.....	4
II.1. ANCIENNE DIGUE OVIDE :	4
II.2. DIGUE LABO :	4
II.3. DIGUE TEXMINE.....	4
II.4. Nouvelle Digue OVIDE :	5
II.5. DIGUE D1	7
II.6. DIGUE D2.....	7
II.7. DIGUE D2 AVAL	8
II.8. DIGUE CESAR.....	8
II.9. DIGUE COUASSE :	9

I. LE SITE PRINCIPE DE L'ÉTUDE

Nous avons réalisé à la fin du mois de Janvier 2014 une visite technique avec contrôle visuel de l'état des différentes digues de retenue des résidus de laverie ou de retenue d'eau du site minier de Dieu Merci.

Les digues du site minier de Dieu Merci ont fait l'objet d'un rapport d'étude géotechnique de notre part réf. RP-973/9192/03 de décembre 2009, puis d'une visite de contrôle des différentes digues en Décembre 2011 (rapport réf. RP-973/10389/03 du 12 février 2012) et plusieurs digues ont fait l'objet d'interventions spécifiques rappelées plus loin dans ce rapport.

Il s'agit, selon la classification des missions géotechniques de la norme NFP-94-500, d'une mission G5 pour les digues existantes (diagnostic géotechnique) et G2 (phase avant-projet) pour les travaux de confortement de la digue Ovide.



Localisation des différentes digues.

1 Digue labo, 2 Digue Texmine, 3 Ancienne digue Ovide ; 4 Digue D1 ; 5 Digue D2 ; 6 César ; 7 Digue Couasse ; 8 Nouvelle digue Ovide ; 9 Digue D2 aval.

Il s'agit d'une *étude de diagnostic géotechnique*, mission de type G5 suivant la norme de classification des missions géotechniques types (NF P 94-500 de Novembre 2013), visant à préciser l'état des différents ouvrages existants avec le cas échéant les travaux d'entretien ou de confortement nécessaires.

Il a ainsi été réalisé sur le site une analyse géologique et géotechnique de surface de chacune des digues avec une synthèse des données dont nous disposons sur le secteur.

Les profondeurs mentionnées dans la présente étude sont à rapporter à la surface topographique telle qu'existante lors de notre intervention, dénommée T.A., (terrain actuel).

II. VISITE DES DIGUES EXISTANTES

II.1. ANCIENNE DIGUE OVIDE :

Cette digue, qui ne retient quasiment ni eau ni matériaux, n'appelle aucune remarque particulière.

II.2. DIGUE LABO :

Aucun élément nouveau n'est intervenu sur cette digue depuis notre rapport d'étude de 2009 et notre rapport de visite 2012 dont les prescriptions de l'époque demeurent d'actualité.

II.3. DIGUE TEXMINE

Cette digue a fait l'objet de travaux de restauration en 2010 après que divers désordres susceptibles de compromettre sa stabilité aient été décelés et les travaux de confortement ont fait l'objet d'une visite de notre part (rapport réf. PR-973/9735/02 du 05/10/2010).

L'ouvrage apparaît en bon état et aucune évolution majeure n'y a été décelée ; les drains en pied de talus continuent à jouer leur rôle et seuls des bourrelets en bordure de piste en tête de digue concentrent les eaux et conduisent à la création d'un canyon d'érosion au talus aval. Il conviendrait ici d'inverser la pente transversale de la piste avec une inclinaison vers l'amont et le bassin existant, mais cet aspect semble difficile à réaliser. Ainsi, un canyon d'érosion s'est de nouveau créé en partie centrale de la digue sur son talus aval par suite du déversement du pluvial de la voie ; cet aspect est ici à présent a priori incontournable et l'on veillera à recharger ce canyon avec de la latérite graveleuse (petits enrochements, ..) afin de stopper les risques d'érosion.

Enfin, les fuites en pied de digues apparaissent convenablement maîtrisées au droit des éperons drainants réalisés et de plus nous ont semblé de plus faible importance que par le passé.

La principale anomalie observée consiste en l'évacuateur de crue, situé en bordure Nord du bassin, qui a été bouché par des remblais et les eaux du bassin s'écoulent à présent exclusivement par le tuyau situé sous la route en rive droite de la crique ; il y a ici un risque d'obturation de ce tuyau comme de débordement par suite de sa section insuffisante en regard du fort impluvium en amont, qui comporte de plus un fort coefficient de ruissellement par suite de son caractère déboisé. Un débordement aurait des conséquences très graves avec risque d'érosion de la digue puis de rupture avec un second bassin d'eau en aval puis la base-vie.

Il est donc nécessaire ici de déboucher de toute urgence cet évacuateur, de

l'élargir en tête et de rétablir la surverse du bassin avec le bon écoulement des eaux sus la piste d'accès jusqu'à bassin labo.

II.4.NOUVELLE DIGUE OVIDE :

Cet ouvrage a été créé début 2012 et nous avons alors observé la fin de sa construction (rapport d'étude réf. RP-973/10389 /01 du 29/01/2012) ; il a depuis été surélevé à la fin de l'année 2012 et cet aspect a fait l'objet d'un rapport de notre part réf. RP-973/1003 /03 en date du 28/07/2012.

Aujourd'hui, cet ouvrage de retenue des eaux de process issues de l'usine ne comporte pas d'évacuateur de crue mais seulement un limiteur de niveau coté Sud.

Il convient donc ici de **créer un point de débordement imposé coté Nord**, creusé dans le terrain naturel pour permettre le passage d'une lame d'eau sans érosion de la digue en cas d'apport intempestif trop important ; en effet, cet ouvrage comporte, malgré son relativement faible impluvium en amont, un risque de réception d'une vague depuis le bassin de décantation des boues situé à sa partie amont. On pourra ici supprimer localement les merlons existants en bord de piste de façon à obtenir un point de débordement maîtrisé avec peu de risque d'érosion des talus, le parcours des eaux se situant alors dans le terrain naturel.



Le sommet de digue, occupé par la piste d'accès, est convenablement bombé et les eaux pluviales y sont gérées correctement ; le talus aval comporte une petite érosion coté Nord (rive gauche) sans gravité car concernant le terrain naturel, et on observe de petites fuites en pied (fuites au contact terrain naturel-remblai par suite d'une absence d'ancrage latéral), également sans gravité car maîtrisées par le massif de latérites graveleuses mis en place en pied de digue.

Toutefois, il y a **en rive droite une fuite plus importante** en pied de digue et remontant sur le talus qui provoque l'**apparition d'une grosse loupe de glissement** active, avec des matériaux liquéfiés et de longues fissures ouvertes se poursuivant jusque sur la risberme avec des risques d'évolutions régressives graves.

Il s'agit ici aussi a priori de circulations s'effectuant au contact digue-terrain naturel par suite d'un défaut d'ancrage latéral de la digue dans le versant ; ces fuites, non traitées en temps utile, ont été ensevelies sous les remblais de la surélévation qui se trouvent ainsi imbibés.

Il convient ici de purger l'ensemble des matériaux glissés et de les substituer intégralement par **un masque graveleux drainant et frottant** du type remblai latéritique ; ce masque aura une épaisseur de 2m au minimum, éventuellement plus en fonction des masses imbibées, et sera conçu de façon à permettre une évacuation des eaux gravitaire à travers le massif drainant (ces travaux auraient été réalisés depuis notre visite de Janvier).



Loupe de glissement en pied de talus, fuites et fissuration dans les pentes en amont.

Fissuration en tête de talus.



Une fissuration fraîche existe aussi en partie centrale sur le redans aval avec une série de fissures concentriques, sans fuite ni déformations en aval ; peut-être s'agit il seulement d'un affaissement de la bordure en crête de talus mais ce point nous paraît devoir être surveillé de façon à parer à toute évolution.

Digue de retenue des boues en amont du bassin Ovide

En partie amont (Ouest) du bassin Ovide existe un petit bassin limité par une digue peu large et de faible hauteur qui reçoit pour décantation les boues rejetées après cyclonage. Cet ouvrage apparaît de stabilité limite avec une fissuration longitudinale importante, a priori consécutive à des tassements sous charge par suite d'une mise en place sur les boues du bassin.

Le risque direct induit par une rupture est faible avec étalement des boues en aval mais le risque indirect est plus élevé, avec surtout la possibilité de créer une vague dans le bassin Ovide immédiatement en aval, qui ne comporte pas d'évacuateur de crues.

Cet ouvrage doit donc être surveillé et une solution de stockage des boues mise en place rapidement vu la saturation actuelle du site.



Vue d'ensemble du bassin Ovide et du bassin de boues en amont.

Digue du bassin de boue amont, avec fissuration longitudinale.



II.5.DIGUE D1

Cette digue n'a plus aucun rôle de soutènement vu l'élévation du niveau des résidus en aval.

II.6.DIGUE D2

Le site n'est plus utilisé actuellement et le bassin est à sec mais soutient presque 20m de résidus sableux ; il ne reçoit plus les eaux de l'usine mais seulement à présent les apports météoriques et ne comporte pas de lame d'eau. L'état général de l'ouvrage, à présent de très forte hauteur, apparaît convenable et on n'y observe pas de fuite ou de suintement dans son talus aval.

On observe **un net affaissement de la surface du bassin** avec sa désaturation, avec un tassement de plus d'un mètre et les eaux qui saturaient les sables transitent ainsi certainement à travers le pied de digue.

Toutefois, différents défauts de maîtrise des eaux pluviales y ont été recensés, induisant des phénomènes d'érosion ponctuels du corps de digue avec :

- au sommet de digue : si l'ensemble de la digue comporte une pente déversante vers l'intérieur du bassin, son extrémité nord est déversante vers l'aval et développe des creusements importants avec une forte érosion de la digue en partie nord et création de canyons ;
- sur la risberme intermédiaire du talus aval : on note la présence d'un bourrelet de terre en bordure de risberme qui conduit à concentrer les eaux en trois points et induit le développement de canyons d'érosion ;
- enfin, un profond canyon d'érosion se creuse coté Nord par suite de la concentration des eaux issues pluviales de la piste d'accès.

Il est nécessaire de traiter ces points (inversion de la pente transversale de la crête de digue, suppression du bourrelet sur la risberme, etc.), de combler ces canyons d'érosion et d'en végétaliser convenablement les talus.



Tassement des résidus du bassin par suite de leur désaturation.



Canyon d'érosion en partie Nord de la digue, consécutif à un défaut de maîtrise des eaux pluviales de la piste d'accès.

Par ailleurs, il est indispensable ici de mettre en place sans délai un évacuateur de crue en partie sud du site, creusé dans le terrain naturel et qui a existé à une époque avant la surélévation de la digue.

D'une façon générale, il n'est pas opportun – et apparaît dangereux – d'en poursuivre une quelconque surélévation sans modifier sensiblement sa géométrie. Nous conseillons ici de nouveau d'ouvrir cette digue afin d'éviter qu'elle continue à stocker des eaux.



Vue d'ensemble du talus aval de la digue D2 baigné par le bassin d'eau aval D2.

II.7.DIGUE D2 AVAL

Un nouveau bassin de rétention des eaux a été créé en pied de la digue D2 en 2013 ; d'une façon générale, sa digue apparaît peu large et construite avec des matériaux plutôt graveleux (quartz, ..), mais elle ne montre pas de fuite ni de désordres.

Il reçoit les eaux de surverse du bassin retenu par la digue D2, de très faible débit puisque ce bassin n'est plus alimenté autrement que par les eaux météoriques, mais comporte à sa surverse un débit de fuite au moins 4 fois supérieur témoignant d'une alimentation occulte depuis la digue D2, sans doute en sous-face ou par sa base. On remarque que cet aspect témoigne de la validité des hypothèses de calcul retenues par ailleurs (calculs Talren de 2009) quant à la présence de matériaux drainants sous la digue.

Attention ce bassin d'eau, dont l'utilité technique actuelle nous échappe un peu, conduit à mouiller en permanence le pied de la digue D2 dont les matériaux constitutifs se trouvent dès lors saturés.



Surverse du bassin D2 aval, alors que celui-ci n'est quasiment pas alimenté

....

Corps de digue D2 aval en matériaux argilo-graveleux.



Cette situation se trouvera ici de nature à conduire à un risque de rupture au moins partielle de la digue D2 aval en cas de vidange rapide de ce bassin aval et il conviendra ici dans tous les cas de réaliser une vidange très lente de cet ouvrage afin de permettre la désaturation du pied de digue et éviter ainsi de tels risques de rupture.

Enfin, cet ouvrage ne comporte pas d'évacuateur de crue et ne devra ainsi pas être susceptible de recevoir des eaux supplémentaires depuis l'amont.

II.8.DIGUE CESAR

La construction de cette digue a fait l'objet d'un rapport d'étude de notre part en 2009 et sa surélévation a fait l'objet d'un rapport d'étude réf. RP-973/1003/02 en date du 05 Octobre 2012. Aucun élément nouveau n'est intervenu sur cette digue depuis nos dernières interventions et l'ouvrage apparaît en relativement bon état général.

Le bassin n'est plus en usage actuellement mais les eaux y circulent avec une très faible lame d'eau, en direction du bassin Couasse plus en aval et la digue retient essentiellement des boues.

Des fuites modérées s'observent vers le pied de pente, déjà signalées par le passé et sans aggravation depuis nos dernières visites et sans conséquence pour la stabilité de l'ouvrage.



Vue d'ensemble de la digue César depuis l'aval.

L'évacuateur de crue existe coté Nord avec un rôle de surverse et son chenal se trouve creusé à son début dans le terrain naturel puis dans les remblais qui se trouvent fortement érodés en canyons ; cette très forte érosion demeure ici sans incidence sur la digue car elle est située sur sa bordure Nord sans rôle de rétention mais doit être surveillée et stabilisée si nécessaire avec des remblais

graveleux en cas d'enfoncement trop important ou de risque d'obturation par suite d'éboulement de ses parois.



Vues de l'évacuateur de crue depuis l'amont et l'aval avec le profond canyon d'érosion dans les remblais.

Outre des fuites en divers points, on observe un affaissement du talus aval de la digue en partie Sud de l'ouvrage, avec un probable glissement remontant jusqu'en crête de digue. La digue est ici en mauvais état mais elle est sauvée par sa forte épaisseur ; le côté Nord de l'ouvrage ne montre pas d'instabilité.

Attention, le corps de digue a été par le passé surélevé avec des produits trop graveleux marron qui sont insuffisamment imperméables et, outre les questions de stabilité d'ensemble, il ne sera pas possible ici de faire à terme remonter le niveau d'eau ou de bues du bassin vu la médiocre imperméabilité de sa partie supérieure.

II.9.DIGUE COUASSE :

Cette digue créée en 2011, très peu haute, ne comporte pas de véritable évacuateur mais l'eau peut passer par dessus sans y créer de désordre graves et sans incidence sur les fonds en aval vu la faible pente aval et la faible hauteur de digue.



La digue Couasse, vues vers l'Ouest et vers l'Est.

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

Le Gérant



Pierre ROSTAN

La présente mission G5-G12 est à présent terminée et à défaut de mission complémentaire, toute pièce reçue sera considérée comme non lue.

DOCUMENTS CI-ANNEXES :

- classification et schéma d'enchaînement des missions géotechniques types (NF P 94-500).

DIFFUSION :

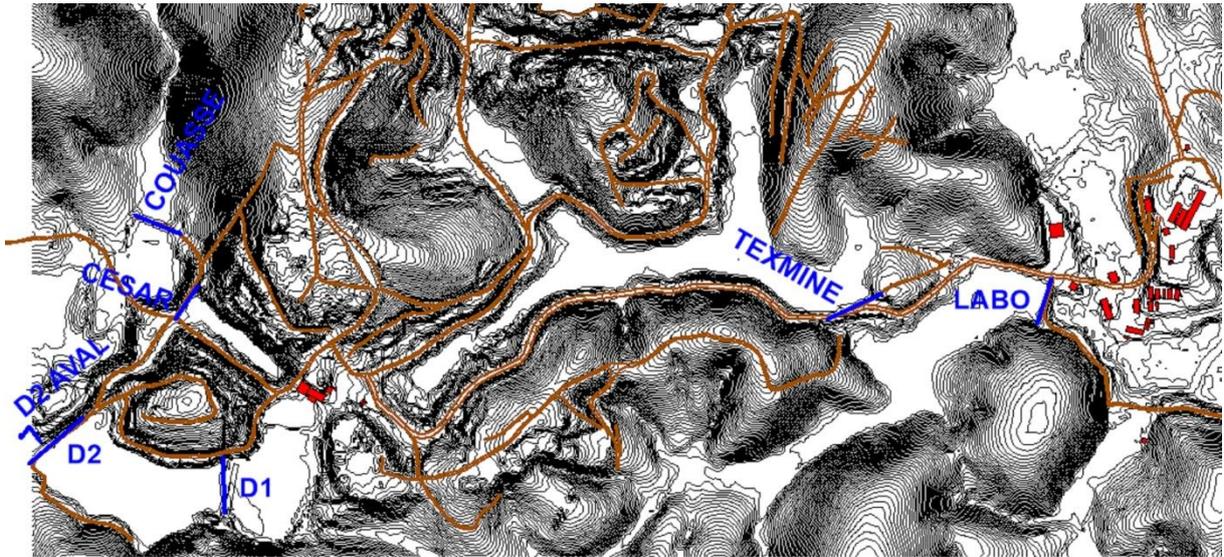
- AUPLATA S.A., M.Pierre GIBERT(3 exemplaires + pdf).

ANNEXE 7

Bilan général de l'état des digues de « DIEU MERCI ».récapitulatif des travaux réalisés en 2014 et 2015

Source : BIRIMIAN GEOSERVICES, 2014-2015

05/09/2015



**BIRIMIAN
GEOSERVICES**

**BILAN GENERAL DE L'ETAT DES DIGUES DE
« DIEU MERCI ».RECAPITULATIF DES
TRAVAUX REALISES EN 2014**

Sommaire

I	Digue ovide.....	3
1.	Etat de la digue avant intervention	3
2.	Intervention et confortement	3
II	Digue César.....	4
1.	Etat de la digue avant intervention	4
2.	Intervention.....	5
III	Petite digue de retenue des boues en amont du bassin ovide	6
1.	Etat de la digue avant intervention	6
2.	Interventions	7
IV	Travaux futurs	7
1.	Digue TEXMINE.....	7
2.	Digue 2.....	8
3.	Digue 2 aval	10

A. Etat des digues 2014 et travaux réalisés en 2014

I Digue ovide 1a

1. Etat de la digue avant intervention

La digue ovide 1 était le siège de plusieurs désordres avant notre intervention de mai 2014 :

- présence d'une loupe de glissement dans sa partie avale.

La présence de cette loupe était due au fait que la digue était construite dans le lit de la crique ovide sans ancrage.

Ainsi donc, la mise en place de remblai de nature latéritique sur le terrain naturel vaseux a conduit à la saturation du matériau latéritique en eau entraînant la création d'une loupe de glissement dont les niches d'arrachement se situent sur le premier redan.

- Présence de fuite au pied de la digue
- Une érosion de la partie Nord de la digue sur sa rive droite dans les remblais. Cette érosion ayant été favorisée par la mauvaise maîtrise du ruissellement des eaux de pluies sur cette partie.

2. Intervention et confortement

En mai 2014, cette digue a fait l'objet de plusieurs travaux :

- Purge de matériaux médiocres saturés de la loupe de glissement sur 2 à 3 mètres de profondeur au pied de la digue et mise en place d'un massif filtrant constitué de blocs de latérite. Cette manœuvre a permis de maîtriser les fuites au pied de la digue.

L'intervention a permis de traiter la loupe de glissement et à stopper les mouvements de fluage. La digue dans son ensemble s'est alors stabilisée.

En 2015 cette digue va faire l'objet d'une campagne de travaux (cf planning prévisionnel 2015) :

- Contrôle général de pied de digue, massif filtrant
- Modification de la géométrie du sommet de la digue par création de pente déversante vers l'intérieur.
- Un dispositif de maîtrise des eaux de ruissellement a été mis en place dans le but de canaliser ces eaux par la création d'une pente pour que l'écoulement se fasse sur le terrain naturel.

La partie de la digue concernée par le ruissellement est protégée par une bâche imperméable pour éviter l'érosion du remblai de la digue.



Dispositif de maitrise des eaux de ruissellement

Massif filtrant maitrisant les fuites au pied de la digue



II Digue César (digue césar 1 dossier ICPE juin 2014)

1. Etat de la digue avant intervention

Le bassin est inactif (rempli de rejets) à ce jour mais dans le passé servait de bassin de rétention de boues. Les désordres observés sont sans incidence grave sur l'ensemble de la stabilité de la digue mais feront l'objet d'une intervention en 2015 (affaissement du talus aval de la digue en partie Sud). La lame d'eau transitant par la surverse devient rapidement boueuse en cas de forte pluie. Cette turbidité s'explique par le faite qu'une partie du chenal de la surverse est creusée dans le remblai dont l'érosion est plus active et libère des particules.



Ecoulement de la surverse dont une partie du chenal est creusée dans du remblai

2. Intervention juillet 2014

- Un petit bassin de décantation par anticipation en cas de forte averse a été construit au droit de la surverse. Ce petit bassin sert à décanter les particules en cas de fortes pluies rendant la lame d'eau turbide.
- Mise en place d'une bâche sur la partie de la surverse creusée dans le remblai pour éviter l'érosion.



Bassin de décantation au droit de la surverse et bâche au droit du remblai

III Petite digue de retenue des boues en amont du bassin ovide 1a

1. Etat de la digue avant intervention

Située en amont du bassin ovide 1a, cette petite digue limite un bassin de décantation des boues issues du process de l'usine. Peu large, elle présente des phénomènes de tassement et l'apparition de fissures à son sommet. Plusieurs inconvénients auraient pu découler de sa rupture (qui était imminente au cours de notre intervention).

L'envahissement du nouveau bassin ovide 1a par les boues du bassin de décantation en cas de rupture de la petite digue aurait à son tour menacé la stabilité de la nouvelle digue ovide 1a située en aval de la digue petite digue du bassin de décantation.



Petite digue délimitant le bassin de décantation des boues issues du process de l'usine

Vue d'ensemble de la digue ovide 1a et du petit bassin de décantation



2. Interventions Août 2014

Au vue des différentes menaces citées ci-dessus, une solution de confortement a alors été adoptée en prévision de ces situations.

En Août 2014 le bassin et la digue ont fait l'objet des travaux suivants :

- Purge du bassin afin de dégager la digue dans sa partie amont.



Purge du bassin de décantation

IV Digue 6

Cette digue est la dernière des bassins de retenue des rejets. Elle est en bonne état. Cette digue n'est plus en charge hydrauliquement. Il existe un canal de dérivation des eaux au nord de cette digue. Ce canal récupère toutes les eaux des affluents de la rive droite de la crique « Loupé ».

Cette digue doit faire l'objet de traitement des ravines superficielles sans conséquences graves sur sa stabilité. Le programme de révégétalisation a été conduit en 2014 pour traiter la venue des eaux de ruissellement dans sa partie EST.

Il est prévu courant 2015 de modifier l'exutoire du canal de colature.

B. Travaux futurs 2015

1. Digue TEXMINE (digue ovide4, dossier ICPE 2014)

A ce jour, cette digue présente une dépression dans sa partie centrale, conduisant à une stagnation des eaux de pluies. La présence d'eau en certains points a été le vecteur de la mise en place d'un canyon d'érosion dans la partie avale de la digue.

L'évacuateur de crue du bassin a été bouché par des remblais de nature argileuse. Cela peut engendrer en cas de fortes pluies de sérieux dommages sur la digue en cas de débordement de la lame d'eau du bassin. Ce qui pourrait entraîner sa rupture et par effet domino la crique pourrait inonder le camp.



Dépression en milieu de digue et apparition d'un canyon d'érosion

Evacuateur de crue bouché



Il est prévu sur cette digue les travaux suivants:

- Récalibrage de l'évacuateur de crue
- Le comblement par des remblais latéritique de nature graveleuse, la dépression en milieu de digue tout en respectant les règles de mise en place des remblais.

2. Digue 2(digue 2 , dossier ICPE 2014)

Inactive, cette digue délimite l'ouest du bassin 2 (ancien bassin de rétention de boues). Les eaux de pompage du bassin 1 transitent par ce bassin avant d'être décantées dans le petit bassin en contre bas et au pied du bassin 2 que nous appellerons bassin 2 aval(bassin 3 , dossier ICPE 2014).

Des canyons d'érosions observés en début d'année 2014 au Nord de la digue ont été comblés en février. Ces canyons avaient vu le jour à la faveur de la mauvaise maîtrise des eaux de ruissèlement des pluies.



Canyon d'érosion observé en janvier 2014 et ayant été comblé

Bien que des canyons d'érosions aient été comblés d'autres désordres de même nature sont apparus toujours à cause d'une mauvaise gestion des eaux de pluies. Il conviendra de combler ces canyons et surtout de canaliser les eaux de précipitations par création d'une pente déversante dans le terrain naturel.



Nouveau canyon d'érosion

Aussi la présence au pied du talus aval d'un petit bassin dénommé **bassin 2 aval (bassin 3 dans dossier ICPE 2014)**, induit des désordres sur la digue 2 par imbibition en eau des matériaux et donc saturation des remblais du pied de la digue. Cette situation est à la base de l'apparition de plusieurs loupes de glissement sur le premier redan de la digue 2.



Bassin 2 aval et loupe de glissement sur la digue D2

La solution de stabilisation est proposée dans le paragraphe suivant.

3. Digue 3 (dossier ICPE 2014)

Cette digue délimite le bassin 3 situé en aval du talus et en contre bas de la digue D2.

Le bassin sert actuellement de bassin de décantation des eaux issues du pompage du bassin 1.

Il conviendrait d'augmenter le diamètre de la surverse pour désengorger le pied de la digue D2 par apport d'un ou de deux tuyaux PVC supplémentaires. Cela évitera que l'eau stagne au pied de la digue D2 et par conséquent ne pas saturer les matériaux de cette digue.



Bassin 3 + pied de la digue 2 et canal d'alimentation du bassin par l'eau issue du pompage du bassin 1

Surverse du bassin 3



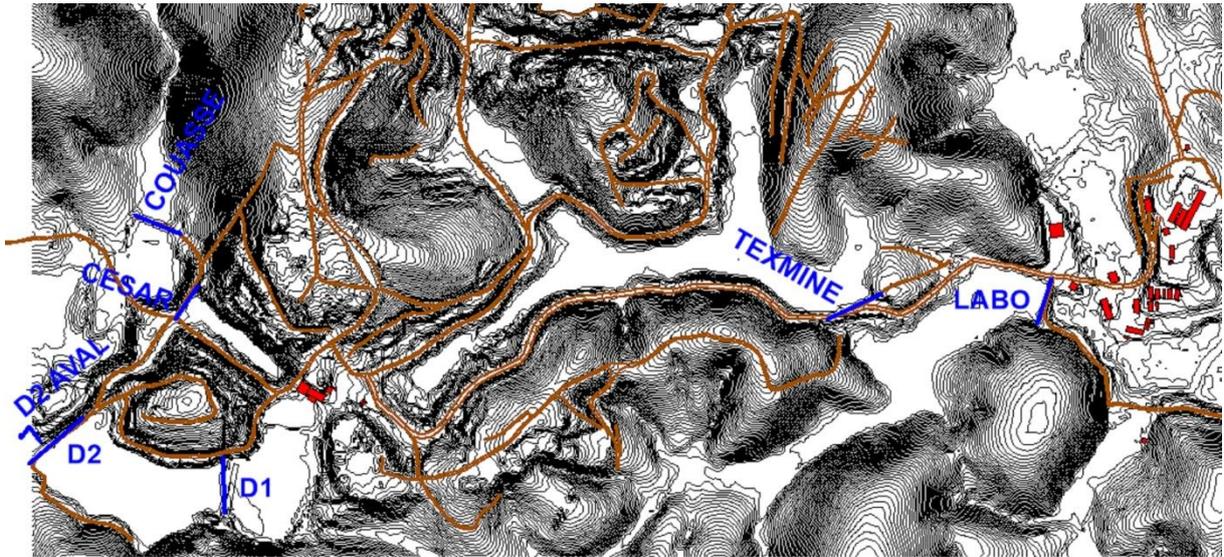
4. Petit bassin de décantation en amont du bassin ovide 1a

- Construction d'une digue de soutènement en amont de la digue déjà existante avec cette fois un ancrage dans le terrain naturel.

V Conclusion

Tous les désordres cités ci-dessus feront l'objet de travaux de restitution ou de stabilisation en 2015.

07/01/2016



**BIRIMIAN
GEOSERVICES**

RECAPITULATIF DES TRAVAUX REALISES EN
2015 sur les digues de "Dieu Merci"

1) Digue César (digue César 1 dossier ICPE 2014)

Cette digue a fait l'objet de gros travaux sur un mois (du 15 juin au 16 juillet 2015).

AUPLATA a procédé à la purge des matériaux médiocres imbibés d'eau et à la substitution par des matériaux de nature argilo latéritique de meilleure qualité. Le compactage s'est fait par passe de 40 cm à l'aide d'un compacteur.

Une pelle à l'extraction de la latérite, un bull pour le régalinge du matériau, un camion bell pour le transport de la latérite et deux conducteurs d'engins ont été mobilisés à cet effet.

Une amélioration de la surverse du bassin César a également été réalisée par la mise en place d'un exutoire au bout du chenal d'évacuation vers l'intérieur du bassin 2.

2) Digue 2

Cette digue retient les rejets solides issus du traitement gravitaire de l'usine (bassin n°2). Elle est complètement asséchée et ne contient pas d'eau. Sa stabilité dans l'ensemble n'est donc pas menacée.

Réalisés du 08 juillet au 11 juillet 2015, les travaux ont duré 4 jours et ont consistés à :

- Comblent les ravines générées par le ruissellement des eaux de pluies et à la création d'une pente déversante dans le terrain naturel.
- Purger les parties du talus éboulées et refaçonner les talus externes.
- Canaliser des eaux de pluies par la création d'un point de collecte.

Une pelle, un camion Bell, un Bull et un compacteur ont été nécessaires pour la réalisation de ces travaux.

3) Digue D2 aval (digue 3 dossier ICPE 2014)

Cette digue a été complètement enherbée et ne contient plus d'eau. Il a été mis en place deux tubes PVC qui permettent d'évacuer essentiellement les eaux de pluies.

4) Digue « Texmine » (digue « Ovide 4 » dossier ICPE 2014)

Du 13 au 17 juillet 2015, les travaux sur le bassin « Texmine » (ou Ovide 3) ont consisté à :

- Nettoyer la végétation autour de surverse pour permettre un accès facile de l'évacuateur de crue.
- Déboucher le canal d'évacuation de crue.
- Un dispositif de gestion des écoulements des eaux a été mis en place par inversion de pente vers l'intérieur du bassin par comblement de la dépression en milieu de digue.

La rupture en chaîne en cas de la rupture de la digue « Texmine » ou Ovide 4 est peu probable voire impossible du fait de la dimension assez grande de l'évacuateur de crue de la digue « Labo » ou Ovide 3 et de la marge entre la lame d'eau et le sommet de ladite digue.

Une pelle mécanique, un bull, un compacteur, un camion Bell ont été mobilisés pour la réalisation de ces travaux.

5) Digue Ovide 1a

Des travaux d'enherbement ont été réalisés en septembre sur les digues « Ovide 1a » et « César » et connaît un résultat satisfaisant.

AUPLATA a également procédé au comblement des ravines et à l'augmentation du diamètre de la surverse le 10 novembre 2015.

Ces travaux ont été réalisés à l'aide d'une pelle hydraulique, d'un camion, d'un Bull et d'un compacteur.

6) Digue César Sud Est

Pour la rétention des rejets du bassin 1 charriés par les eaux de la crique « César Sud Est », il a été réalisé un bassin de décantation au droit de cette crique qui sert de barrage aux rejets du bassin 1 entraînés par les eaux de ruissellement. Ce dispositif permet aussi de décanter les eaux troubles en provenance de l'érosion des collines « César Sud-Est » avant d'être rejetées dans la crique.

Ces travaux ont duré du 13 au 17 juillet 2015 et ont mobilisés une pelle, un camion, un bull et un compacteur.

ANNEXE 8

Note de dimensionnement des bassins de décantation

Source : GéoPlusEnvironnement, 2014

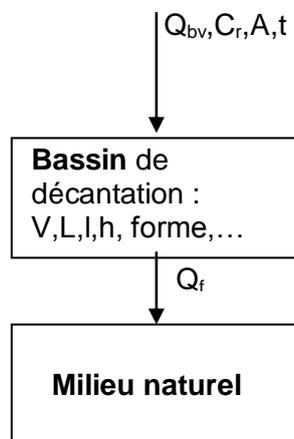
1. DIMENSIONNEMENT DES BASSINS DE DECANTATION DES EAUX PLUVIALES

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. DIMENSIONNEMENT DU BASSIN DE DECANTATION

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).

Cette **Méthode des Débits** permet de calculer le débit de pointe décennal (Q_{10}) à l'exutoire du bassin versant (donc à l'entrée du bassin de décantation) :

$$Q_{10} (l/s) \ni 2,38 Cr.I.A$$

Avec : Q_{10} : débit décennal (l/s)
 Cr : coefficient de ruissellement
 I : intensité de la pluie (mm/h)
 A : surface active du bassin versant

L'intensité de la pluie est donnée par l'**Equation de Montana** :

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

où **a** et **b** sont les coefficients dits « de Montana ».

En Guyane, l'intensité des pluies est significativement plus importante qu'en métropole. L'Equation de Montana, habituellement utilisée, ne peut pas l'être ici, par manque de références.

L'intensité moyenne des précipitations est de l'ordre de 30 à 40 mm/h, leur durée est de l'ordre de 5 à 10 minutes. **Les crêtes peuvent dépasser 150 mm/h**, mais la durée de passage de telles averses est de l'ordre de la minute.

La référence de $I = 40$ mm/h sera retenue.

Les surfaces des différents bassins versants considérés sont détaillées dans le tableau ci-dessous :

Bassin versant	Surface en ha	I.A
Bassin de rejets gravitaires n°1	2,4 ha	96
Bassin de rejets gravitaires n°2	3,5 ha	140
Plateforme de stockage des rejets gravitaires repris	1,8 ha	72
Référence pour 1 km de piste	1 ha	40

La **surface hydraulique équivalente S_h** correspond à la surface captant l'épisode pluvieux, pondérée d'un coefficient de ruissellement.

Une partie de l'eau étant absorbée, une autre subissant le phénomène d'évapo-transpiration, il est nécessaire d'appliquer au volume précipité un coefficient de ruissellement. Les valeurs des coefficients de ruissellement, selon les types de surfaces, sont données dans le tableau suivant :

Nature de la surface	Coefficient de ruissellement
Pavage, pistes ciment	$0,70 \leq C \leq 0,95$
Sols imperméables avec végétation : Pente $\leq 2\%$ Pente #2 à 7% Pente $\geq 7\%$	$0,13 \leq C \leq 0,18$ $0,18 \leq C \leq 0,25$ $0,25 \leq C \leq 0,35$
Sols perméables avec végétation : Pente $\leq 2\%$ Pente #2 à 7% Pente $\geq 7\%$	$0,05 \leq C \leq 0,10$ $0,10 \leq C \leq 0,15$ $0,15 \leq C \leq 0,20$
Sol terreux compact dénudé : Pente $\leq 2\%$ Pente # 2 à 7% Pente $\geq 7\%$	$0,27 \leq C \leq 0,35$ $0,35 \leq C \leq 0,40$ $0,40 \leq C \leq 0,63$

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

soit un coefficient de ruissellement retenu de 0,6 correspondant à un sol compact dénudé et une pente moyenne.

D'où : $Sh = \sum A_i * Cr_i$
 Et : $Q_{\text{entrée}} (\text{l/s}) = 2,38 \mid \sum A_i * Cr_i$

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

Bassin versant	$Q_{\text{entrée}}$ en l/s	Qf en l/s
Bassin de rejets gravitaires n°1	137	24
Bassin de rejets gravitaires n°2	200	35
Plateforme de stockage des rejets gravitaires repris	103	18
Référence pour 1 km de piste	57	10

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** = $(Q_{10} - Q_f) * T_s$. Ainsi que les dimensions des bassins de décantation :

Bassin versant	Volume du bassin de décantation en m ³	Surface en m ²	Longueur en m	Largeur en m	Profondeur en m
Bassin de rejets gravitaires n°1	140	45	12	3,8	3
Bassin de rejets gravitaires n°2	200	70	14	5	3
Plateforme de stockage des rejets gravitaires repris	100	35	10	3,5	3
Référence pour 1 km de piste	60	20	8	2,5	3

Réalisé par :
GéoPlusEnvironnement

Agence Centre et Nord
2 rue Joseph Leber
45 530 VITRY-AUX-LOGES
Tél : 02 38 59 37 19 – Fax : 02 38 59 38 14

e-mail : geo.plus.environnement2@orange.fr

Siège social / Agence Sud :
Le Château
31 290 GARDOUCH
Tél : 05 34 66 43 42 – Fax : 05 61 81 62 80
e-mail : geo.plus.environnement@orange.fr

Agence Est :
7 rue du Breuil
88 200 REMIREMONT
Tél : 03 29 22 12 69 – Fax : 09 70 06 14 23
e-mail : geo.plus.environnement4@orange.fr

Agence Ouest :
5 chemin de la Rôme
49 123 CHAMPTOCE-SUR-LOIRE
Tél : 02 41 34 35 82 – Fax : 02 41 34 37 95
e-mail : geo.plus.environnement3@orange.fr

Agence Sud-Est :
Quartier Les Sables
26 380 PEYRINS
Tél : 04 75 72 80 00 – Fax : 04 75 72 80 05
e-mail : geoplus@geoplus.fr

Antenne PACA :
Sainte-Anne
84 190 GIGONDAS
Tél : 06 88 16 76 78

Site internet : www.geoplusenvironnement.com



La gestion de l'environnement, la reconnaissance du sous-sol
et l'application de la réglementation au service de votre projet.