



**DOSSIER DE DEMANDE DE TRANSFORMATION DU
PERMIS EXCLUSIF DE RECHERCHES DIT « PERMIS DE BON ESPOIR »
EN CONCESSION POUR OR ET SUBSTANCES CONNEXES**
(argent, platine, métaux de la mine de platine, cuivre, cérium, scandium et autres éléments de
terres rares, zinc, plomb, chrome, nickel, bismuth, tellure et diamant)

au titre du Code Minier

TOME 2 : MEMOIRE TECHNIQUE

« Permis de Bon Espoir »

Communes de Mana et Saint-Laurent-du-Maroni (973)

Octobre 2016

Rapport n°R 15111105bis – Tome 2 – V1



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

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

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

Siège social et Agence Sud	Le Château	31 290 GARDOUCH	Tél : 05 34 66 43 42 / Fax : 05 61 81 62 80
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
Agence Ouest	5 rue de la Rome	49 123 CHAMPTOCE SUR LOIRE	Tél : 02 41 34 35 82 / Fax : 02 41 34 37 95
Agence Sud-Est	1175 route de Margès	26 380 PEYRINS	Tél : 04 75 72 80 00 / Fax : 04 75 72 80 05
Agence Est	7 rue du Breuil	88 200 REMIREMONT	Tél : 03 29 22 12 68 / Fax : 09 70 06 14 23
Antenne PACA	Saint-Anne	84 190 GIGONDAS	Tél : 06 88 16 76 78 / Fax : 05 61 81 62 80

Site Internet : www.geoplusenvironnement.com

PREAMBULE

La société **ARMINA RESSOURCES MINIERES** (désignée ARMINA dans ce dossier), filiale à 100 % du groupe minier français AUPLATA, est actuellement titulaire du **Permis Exclusif de Recherches (PER) pour or et substances connexes de Bon Espoir**. Ce dernier occupe une superficie de **122,275 km²** à cheval sur le territoire des **communes de Saint-Laurent-du-Maroni et Mana**, dans le Nord-Ouest de la Guyane française (973).

Le permis de Bon Espoir a initialement été octroyé le 1^{er} novembre 2001 et renouvelé une première fois en 2009. ARMINA RESSOURCES MINIERES en est devenue titulaire en 2010. Par **arrêté ministériel du 3 août 2015**, ARMINA a obtenu le second renouvellement du PER, **prolongeant sa validité jusqu'au 31 octobre 2016**.

Au cours des 15 années de validité du PER, les travaux d'exploration menés par ses titulaires successifs ont permis d'identifier une minéralisation aurifère suffisamment développée et circonscrite pour permettre d'envisager sa mise en exploitation.

Depuis début 2011, **ARMINA a ainsi investi près de 5,6 millions d'euros** dans :

- des campagnes de géophysique au sol (polarisation provoquée) ;
- des campagnes de géochimie sols (réalisation d'analyses sur près de 6 000 échantillons) ;
- des campagnes de géochimie roche (réalisation d'analyses sur plus de 600 échantillons) ;
- des campagnes de forages carottés (création de 24 plateformes de sondages pour l'extraction de plus de 2 700 m de carottes) ;
- l'achat de matériel...

Ces travaux de prospection ont permis de **caractériser et de dimensionner le gîte aurifère dit « Wayamaga »**, initialement mis en évidence par WMC MINIERE entre 1999 et 2000. Les premières estimations d'ARMINA mettent en évidence un **potentiel géologique** de plus de **52 millions de tonnes de minerai** à une **teneur moyenne de 0,58 grammes d'or par tonne**, et recelant donc **environ 30 tonnes d'or**.

Le site de Bon Espoir a donc été identifié comme une cible pour la **mise en exploitation à échelle industrielle** du minerai aurifère.

Le programme prévisionnel décrit dans le présent dossier porte sur l'**exploitation d'un premier gisement**, localisé dans la saprolite, d'environ **5,5 millions de tonnes de minerai** recelant un potentiel de **6,75 tonnes d'or**. La minéralisation ciblée est localisée dans la saprolite et pourra ainsi être **exploitée à ciel ouvert**.

Le traitement du minerai fera intervenir successivement deux procédés :

- un premier procédé de traitement par **gravimétrie**, permettant de récupérer environ 25 à 30 % de l'or contenu dans le minerai, 75 % restant piégé dans les rejets gravitaire en sortie de procédé ;
- un second procédé de traitement par **cyanuration**, permettant de récupérer environ 95 % de l'or contenu dans les rejets gravitaires repris.

Outre les **infrastructures minières** (base-vie, pistes, usines de traitement...), dont certaines sont déjà en place, la mise en exploitation nécessitera le creusement de **fosses d'extraction** du minerai, ainsi que l'aménagement de **bassins de rejets gravitaires** et de **bassins de résidus ultimes décyanurés**.

En parallèle, ARMINA **continuera ses travaux d'exploration** du gîte primaire en roche saine au sein du titre minier, afin de compléter ses connaissances sur le gisement d'or de Bon Espoir, et ainsi de permettre le développement d'un programme d'exploitation de plus grande ampleur à l'avenir.

Des campagnes de prospection à plus vaste échelle continueront également d'être menées, dans le but de découvrir de nouveaux prospectes au sein de la concession demandée. Ces travaux seront réalisés sur l'ensemble de l'emprise actuelle du PER (122,275 km²), et permettront d'obtenir des données sur le potentiel des secteurs plus éloignés du gîte Wayamaga.

Cette **modification du statut du titre minier** est donc sollicitée afin de **permettre d'entamer l'exploitation** des ressources aurifères déjà identifiées au sein du permis (gîte Wayamaga). En l'état actuel des connaissances, un programme prévisionnel d'exploitation étalé sur une durée de 15 ans a été élaboré et cible environ 6,75 tonnes d'or contenues dans un minerai saprolitique.

ARMINA sollicite également cette modification dans le but **poursuivre ses travaux d'exploration**. D'une part, l'étude du gîte Wayamaga sera complétée, en particulier l'évaluation des ressources associées à la roche saine, avec l'ambition de mettre en œuvre un programme d'exploitation de plus grande ampleur à l'avenir. D'autre part, ARMINA continuera la recherche de nouveaux prospectes potentiels sur l'ensemble de la superficie du PER (soit 122,275 km²), qui reste à ce jour relativement peu exploré, au regard du potentiel identifié au niveau du gîte Wayamaga.

⇒ Le présent dossier constitue ainsi la **demande de transformation du PER de Bon Espoir en Concession** sur l'intégralité de son emprise (**122,275 km²**) et pour une **durée de 15 ans**.

La présente demande de concession minière se conforme notamment aux textes réglementaires suivants :

- articles L. 131-1 à 13 et L. 142-7 à 16 du Code Minier ;
- décret n°2006-648 du 2 juin 2006 relatif aux titres miniers ;
- arrêté du 28 juillet 1995 fixant les modalités selon lesquelles sont établies les demandes portant sur les titres miniers et leurs annexes.

Ce dossier constitue une **demande de Concession portant sur le périmètre du PER de Bon Espoir**. Elle est justifiée par la démonstration de l'existence d'un gisement aurifère primaire et par un programme de travaux visant à exploiter sa partie saprolitique et à poursuivre la reconnaissance de sa partie saine, en roche dure.

La nature et le volume de ces travaux seront ultérieurement précisés dans le cadre des dossiers réalisés :

- au titre du Code Minier, pour les activités nécessitant une **demande AOTM** (demande d'Autorisation d'Ouverture de Travaux Miniers), comme les fosses d'extraction, les verses à stériles, la reprise des rejets, les pistes d'exploitation, etc. **ou une DOTM** (Déclaration d'Ouverture de Travaux Miniers), comme certaines campagnes de sondages ou de géochimie ;
- au titre du Code de l'Environnement, pour les activités relevant du **régime des ICPE** (Installations Classées pour la Protection de l'Environnement), ce qui concernera notamment les procédés de traitement du minerai, les stockages de résidus, les installations annexes...

Ce dossier est constitué des 3 tomes suivants :

- le **Tome 1 : Document Administratif**, qui comprend notamment la lettre de demande accompagnée par la présentation du demandeur, ARMINA RESSOURCES MINIERES, et la preuve de ses capacités techniques et financières à mener à bien l'ensemble des activités projetées ;
- le présent **Tome 2 : Mémoire Technique**, dans lequel sont détaillés la **description du gisement d'or** de Bon Espoir et l'**estimation de ses ressources** justifiant sa mise en exploitation, ainsi que les **procédés envisagés d'extraction et de traitement** du minerai, les infrastructures et aménagements requis et le **programme prévisionnel des travaux d'exploration** ;
- le **Tome 3 : « Notice » d'Impact**, qui comporte une description de l'environnement du site, des impacts potentiels que cette demande de Concession pourrait avoir sur celui-ci et des pistes de mesures qui seront mises en œuvre afin que les impacts résultants puissent être considérés comme acceptables.

TABLE DES MATIERES

PREAMBULE	1
TABLE DES MATIERES	4
1. CONTEXTE GEOLOGIQUE ET METALLOGENIQUE	6
1.1 Contexte géologique.....	6
1.2 Contexte métallogénique	10
2. HISTORIQUE DES TRAVAUX DE PROSPECTION	15
2.1 Anciens travaux de prospection (1978-2010)	15
2.2 Travaux menés par Armina (Newmont Lasource) depuis 2010.....	18
2.3 Synthèse des résultats des travaux de prospection.....	25
3. JUSTIFICATION DE LA DEMANDE DE TRANSFORMATION DU PER « BON ESPOIR » EN CONCESSION.....	45
3.1 Présence d'un gisement exploitable.....	45
3.2 Justification de la durée de la demande	56
3.3 Justification de l'emprise de la demande	57
3.4 Compatibilité avec le SDOM	57
4. PROGRAMME PREVISIONNEL DES TRAVAUX D'EXPLOITATION PROJETES	58
4.1 Exploitation du minerai primaire dans la saprolite et la <i>saprock</i>	59
4.2 Traitement par gravimétrie du minerai.....	66
4.3 Traitement par cyanuration	73
4.4 Installations annexes	81
5. PROGRAMME PREVISIONNEL DES TRAVAUX D'EXPLORATION PROJETES.....	84
5.1 Géochimie sols.....	84
5.2 Géophysique aéroportée	84
5.3 Géophysique au sol	85
5.4 Sondages	85
5.5 Budget prévisionnel d'exploration	89
5.6 Organisation du site pour l'exploration	90
6. DONNEES CHIFFREES ESSENTIELLES DE LA DEMANDE DE CONCESSION.....	95

TABLE DES ILLUSTRATIONS

Figure 1 :	Carte géologique générale de la Guyane.....	7
Figure 2 :	Carte géologique des environs du projet.....	9
Figure 3 :	Carte métallogénique simplifiée de la Guyane	11
Figure 4 :	Illustration de la corrélation entre or et arsenic.....	17
Figure 5 :	Campagne de 36 sondages carottés menée par GOLDEN STAR en 2001	19
Figure 6 :	Prospection géophysique par polarisation provoquée	21
Figure 7 :	Résultats de la campagne de géochimie sols et roche pour l'or	22
Figure 8 :	Zoom sur les résultats de la géochimie sols au droit de l'anomalie Wayamaga	23
Figure 9 :	Interpolation de l'anomalie selon les données de géochimie sols	24
Figure 10 :	Implantation des sondages carottés réalisés sur le gîte aurifère de Wayamaga	26
Figure 11 :	Interpolation de l'enveloppe minéralisée au niveau de sections de sondages.....	27
Figure 12 :	Carte géologique au 1 / 25 000 de l'anomalie Wayamaga.....	29
Figure 13 :	Etude pétrographique des associations minérales	34
Figure 14 :	Etude pétrographique des altérations hydrothermales	38
Figure 15 :	Déformation cisailante orientée dans l'axe de la formation volcanoclastique	40
Figure 16 :	Indices pétrographiques des phases de cisaillement.....	42
Figure 17 :	1 ^{er} corps minéralisé, selon l'importance du quartz.....	47
Figure 18 :	1 ^{er} corps minéralisé extrapolé jusqu'à 200 m de profondeur.....	48
Figure 19 :	Modèle de veines de quartz et enveloppe de minéralisation.....	49
Figure 20 :	Minéralisation discordante des veines de quartz.....	50
Figure 21 :	Bloc-modèle de la minéralisation de Wayamaga.....	52
Figure 22 :	Emplacement des prélèvements à la tarière profonde.....	54
Figure 23 :	Bloc-modèle des ressources de sub-surface	55
Figure 24 :	Plan d'ensemble du projet d'exploitation prévisionnel de la Concession Bon Espoir	60
Figure 25 :	Principe d'exploitation à ciel ouvert en tranche descendante.....	62
Figure 26 :	Schémas de principe de l'usine de traitement gravimétrique de Wayamaga.....	67
Figure 27 :	Exemples de préconisations pour la création et le rehaussement de digues	69
Figure 28 :	Exemples de méthodes de dépôt temporaire des pulpes de résidus en amont de la digue, linéaire (a) ou ponctuel (b).....	70
Figure 29 :	Schéma de reprise des rejets gravitaires	72
Figure 30 :	Schéma de procédé de cyanuration prévu sur le site de Wayamaga.....	74
Figure 31 :	Principe de construction des digues de rétention des résidus décyanurés et des eaux claires..	78
Figure 32 :	Photographies et vues en 3D de l'unité de cyanuration prévue sur le site de Wayamaga	80
Figure 33 :	Emplacement des forages de reconnaissance projetés	86
Figure 34 :	Projet de raccordement à la piste Paul Isnard.....	88
Figure 35 :	Infrastructures actuellement en place sur le site	91
Figure 36 :	Illustrations de la base-vie ARMINA du camp Wayamaga	92
Figure 37 :	Matériel utilisé pour les travaux d'exploration.....	94

TABLE DES ANNEXES

- Annexe 1 : Modèle volumétrique d'estimation des ressources en or (NEWMONT, 2016)
Annexe 2 : Fiche log du sondage W-15-36 (NEWMONT, 2015)

1. CONTEXTE GEOLOGIQUE ET METALLOGENIQUE

Dans un premier temps, ce **Chapitre 1**, présente le **contexte géologique et métallogénique du site de Bon Espoir**. Il s'agit ici d'une approche « économique » de cette thématique, ayant pour but d'introduire la description des travaux de prospection et la caractérisation de la minéralisation aurifère justifiant la présente demande de concession.

La géologie du site est également présentée, mais en tant que thématique « environnementale », dans le **Tome 3 : Notice d'Impact** qui accompagne ce volume.

1.1 CONTEXTE GEOLOGIQUE

1.1.1 Généralités à l'échelle de la Guyane

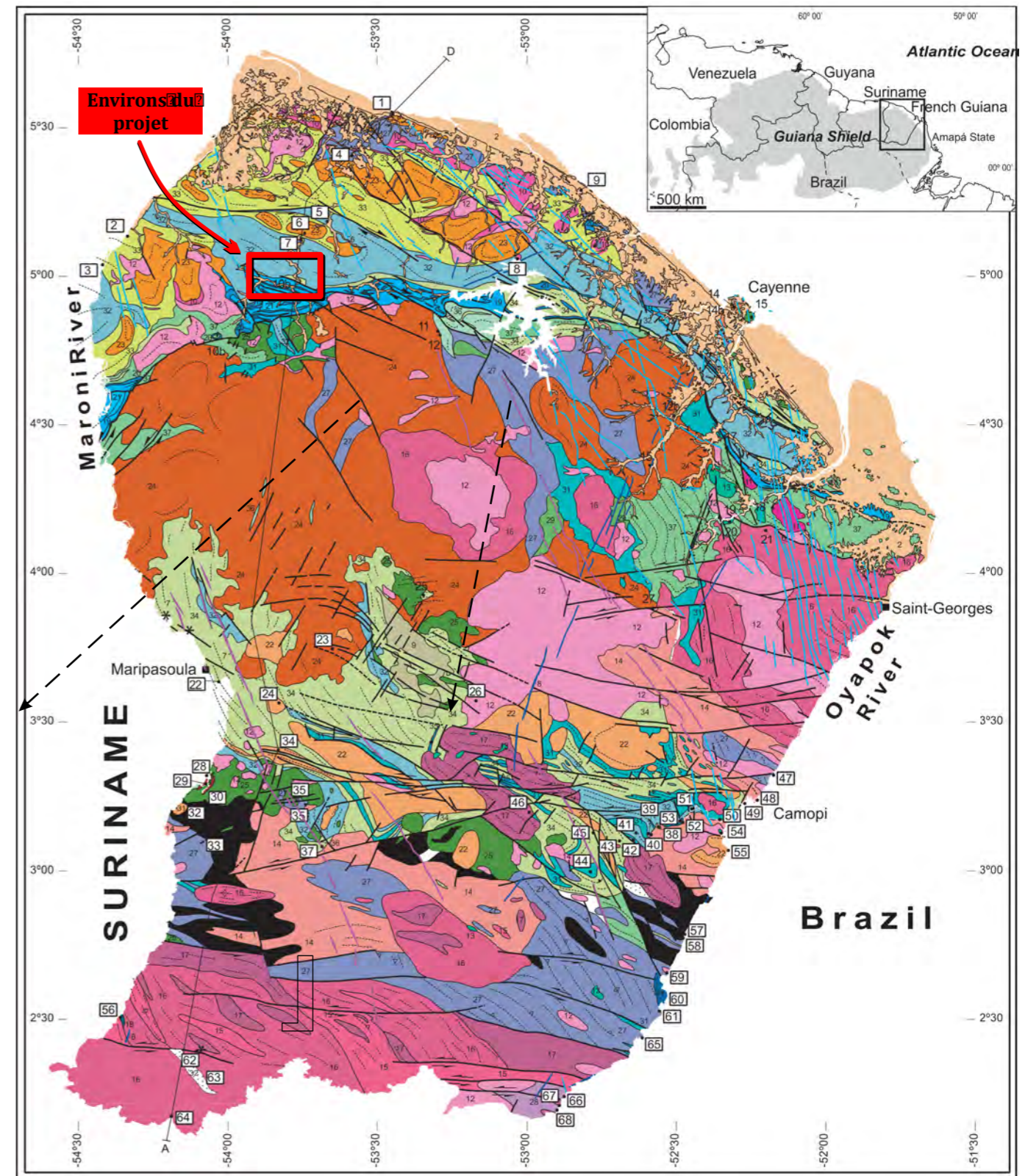
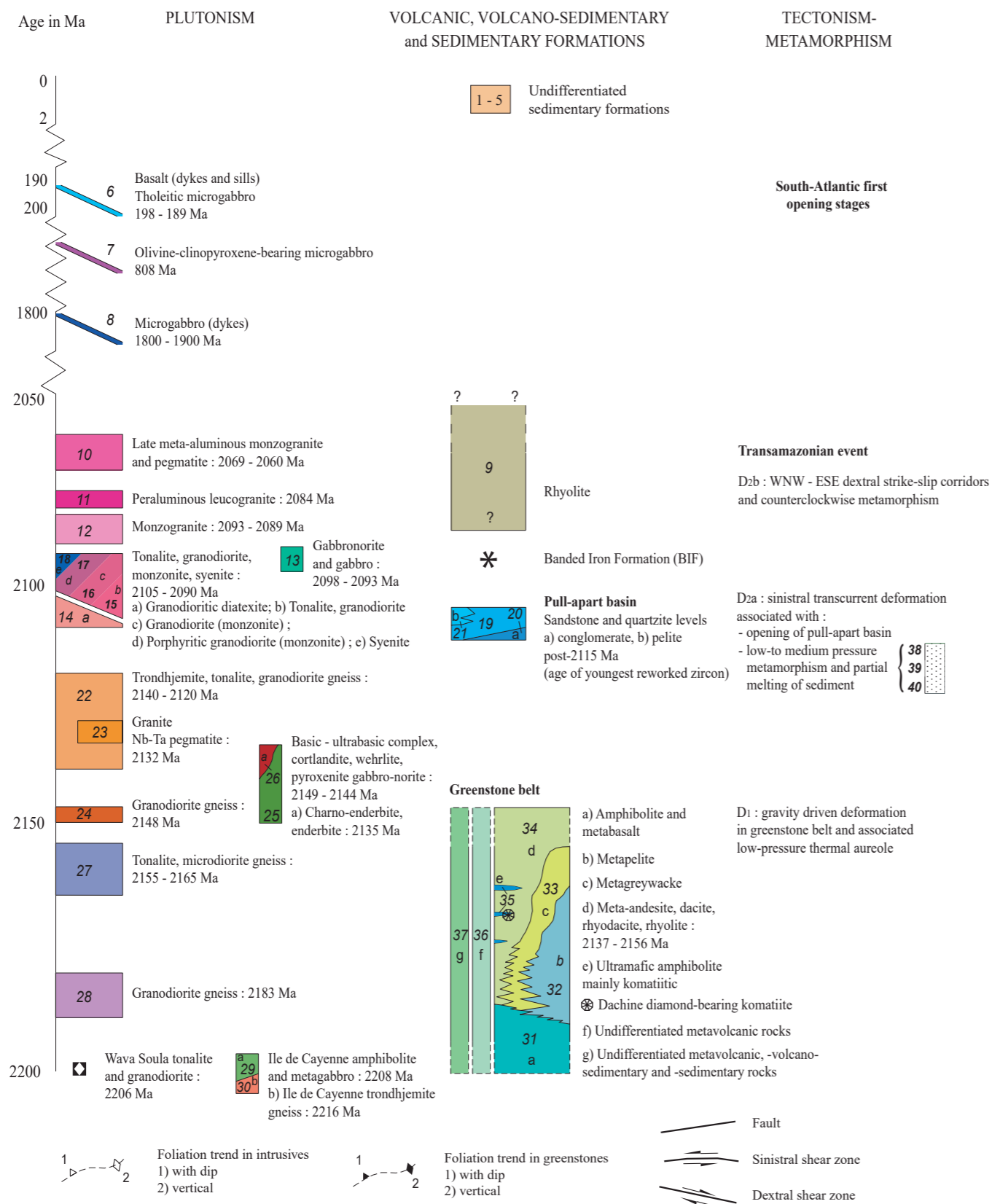
La Guyane appartient à un vaste ensemble géologique d'âge précambrien, appelé **Bouclier Guyanais**, d'une superficie totale de plus de 1,5 million de km², compris entre le fleuve Amazone au Brésil et le fleuve Orinoco au Vénézuéla [Cf. **Figure 1**].

Ce bouclier est principalement constitué de roches du Protérozoïque inférieur (paléoprotérozoïques) formées au cours de l'**orogénèse transamazonienne**, dont les processus magmatiques, tectoniques et métamorphiques sont datés entre -2,26 et -1,95 Ga (milliards d'années). Il est l'équivalent du Birimien d'Afrique de l'Ouest, avec lequel il était géographiquement lié avant l'ouverture de l'océan Atlantique.

En Guyane, d'après la plus récente synthèse géologique publiée par le BUREAU DE RECHERCHES GÉOLOGIQUES ET MINIERES (BRGM) en 2003, l'évolution transamazonienne débute par la formation d'une croûte océanique juvénile vers -2,26 à -2,20 Ga. Les témoins de cet événement sont des gabbros du Complexe de l'île de Cayenne, qui représentent les plus vieilles roches du sous-sol français.

De -2,18 à -2,13 Ga, un magmatisme de type Tonalite-Trondhjemite-Granodiorite (TTG) se développe en association avec des assemblages volcano-sédimentaires appelés **ceintures de roches vertes**. Ces formations volcano-sédimentaires ainsi que les **métasédiments de l'Armina et de l'Orapu** sont regroupés sous le terme **Paramaca**. Cet événement de magmatisme d'arc insulaire résulte d'une zone de subduction plongeant vers le Sud, induite par une convergence des blocs archéens africain et amazonien. Une **phase tectonique D1** et un métamorphisme de basse pression découlent de cette convergence.

Une première génération de TTG, datée vers -2,18 à -2,16 Ga, affleure au Nord et au Sud de la Guyane de part et d'autre d'une seconde génération de TTG, datée vers -2,15 à -2,13 Ga, référée comme le **Complexe TTG Central de Guyane (CCG)**. Des bassins volcano-sédimentaires du Paramaca forment deux segments (ou ceintures) E-W de part et d'autre du CCG, l'un au Nord, à dominance sédimentaire, et l'autre au Sud, à dominance volcanique. Les deux segments se rejoignent à l'extrémité occidentale du CCG et s'étendent au Surinam en formant une seule ceinture de roches vertes.



Carte géologique de la Guyane (Delor et al., 2001).
Les nombres non inclus dans des carrés se réfèrent aux formations géologiques listées à gauche

Correspondance entre les formations ci-dessus et la nomenclature de Choubert, 1974

- Granitoïdes Galibi = formation n°10
- Granitoïdes Caraïbe = formations n°12 et 14 à 18
- Granitoïdes Guyanais = formations n°22, 23, 24
- Grès, quartzite, conglomérat, pélite de l'Orapu-Bonidoro ou Ensemble Détritique Supérieur = formations n°19, 20, 21
- Paramaca inférieur = formations 34 à 37
- Schistes de l'Orapu = Méta-pélites 32 b)
- Bonidoro = Meta-grauwacke (33 c)
- ⇒ Formation d l'Armina ou Paramaca supérieur

	ARMINA RESSOURCES MINIÈRES - Communes de Mana et Saint-Laurent-du-Maroni (973) Demande de transformation du PER dit de « Bon Espoir » en Concession Tome 2 - Mémoire Technique	Figure 1
	Carte géologique générale de la Guyane Source : GÉOLOGIE DE LA FRANCE, N° 2-3-4, 2003	

Un magmatisme granitique et, en moindre proportion, des intrusions basiques se mettent en place vers -2,11 à -2,08 Ga (Granites Caraïbes) et témoignent de la fermeture des bassins d'arc volcanique, avec une évolution du contexte de subduction initial vers un processus de coulissage sénestre des blocs continentaux convergents. Au Nord de la Guyane, cet **épisode tectonique D2a** est marqué par l'ouverture de bassins tardifs de **type pull-apart détritique (Ensemble Détritique Supérieur)** le long d'un ensemble d'accidents E-W alignés selon une structure dénommée **Sillon Nord Guyanais**.

Une **phase tectonique D2b**, déterminée vers - 2,08 à -2,06 Ga, correspond à des couloirs de décrochement dextres WNW-ESE, recoupant les bassins en *pull-apart*. Un métamorphisme basse-pression à moyenne-pression est enregistré dans les bassins détritiques.

Des essaims de dykes de dolérite d'âge jurassique (-200 à -145 Ma), marquant les stades précurseurs de l'ouverture de l'Atlantique, recoupent toutes les lithologies paléoprotérozoïques. Des dykes de dolérites paléoprotérozoïques NNE-SSO (-1,8 Ga) et néoprotérozoïques NW-SE (-809 Ma) sont aussi reconnues.

Tous ces terrains anciens ont subi une altération importante sous climat tropical et équatorial humide et ont presque partout donné naissance à une couverture latéritique et saprolitique allant de quelques mètres jusqu'à plus de cinquante mètres d'épaisseur.

1.1.2 Contexte géologique local

La carte géologique des environs du périmètre de demande, établie par ARMINA à partir des données du BRGM affinées par des observations de terrain, est présentée en [Figure 2](#).

1.1.2.1 Lithostratigraphie

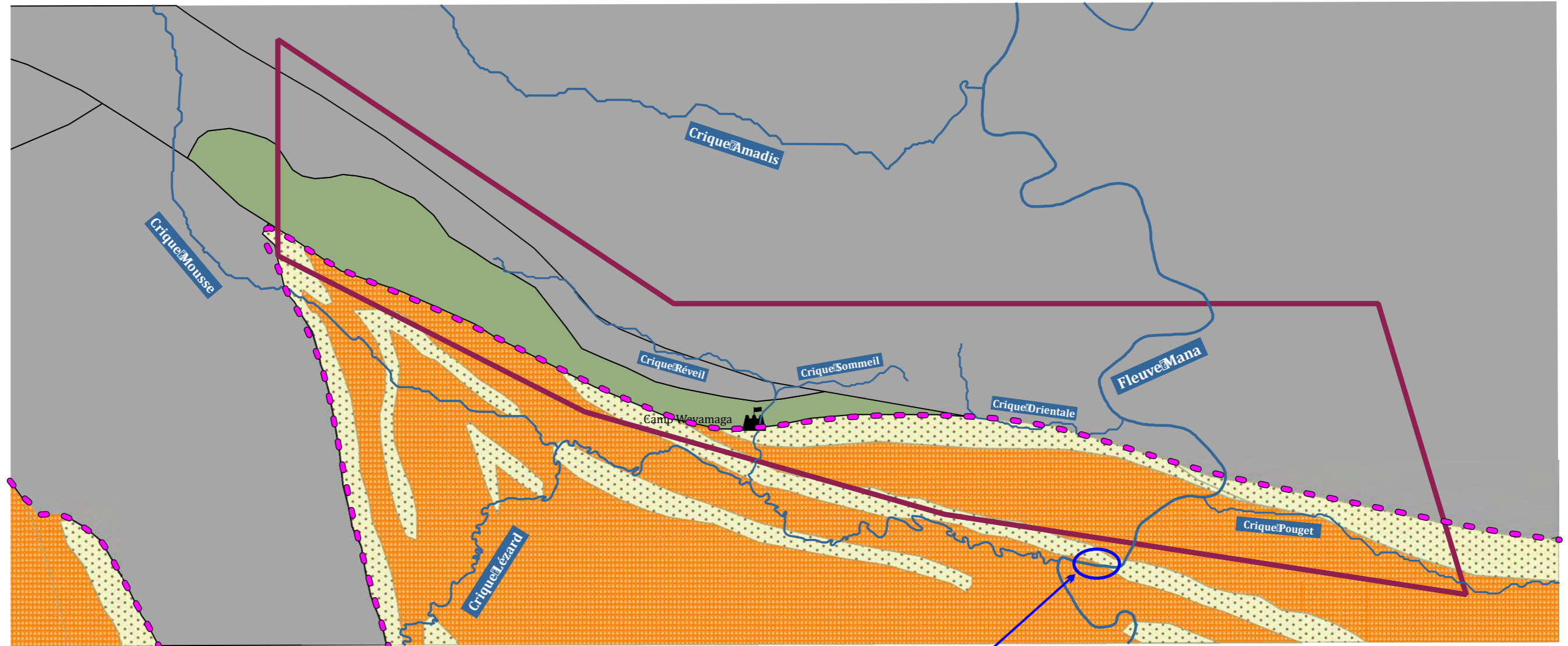
Le PER de Bon Espoir se trouve au niveau d'une **limite géologique majeure**, entre les ensembles volcano-sédimentaires de la **ceinture de roches vertes, au Nord**, et les roches sédimentaires de l'**Ensemble Détritique Supérieur, au Sud**.

1.1.2.1.1 Série de Paramaca

Dans le Nord et l'Ouest du PER affleurent les **roches volcano-sédimentaires faiblement métamorphosées de la série de Paramaca**, appartenant à la ceinture de roches vertes du Nord de la Guyane [[Cf. Figure 2](#)]. Cette ceinture inclut également les roches sédimentaires faiblement métamorphosées des formations de l'Orapu et de l'Armina.

Ces roches ont été mises en place en périphérie des ensembles plutoniques qui forment le centre Nord de la Guyane, dans un contexte de volcanisme d'arc insulaire, vers -2,18 à -2,13 Ga [[Cf. § 1.1.1](#)].

La formation la plus représentée, qui affleure globalement dans toute la moitié Nord du permis, est la formation de l'Armina. Elle est constituée d'un assemblage de schiste noir et de grès à grain fin.



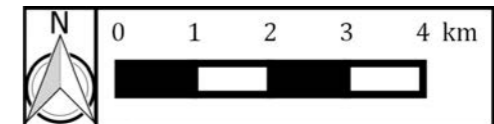
Limites structurales entre les bassins sédimentaires en *pull apart*, au Sud, et la ceinture de roches vertes (roches métamorphiques), au Nord

Saut Dalles

Peu avant son entrée dans le périmètre de demande, la Mana traverse le Saut Dalle, un secteur de rapides et de faible profondeur. Ce passage correspond au franchissement dans la largeur par la Mana d'un affleurement allongé de quartzite, roche relativement résistante à l'érosion.

Légende

- Périmètre de demande
- Géologie à l'affleurement
- Schiste amphibolitique, Quartzite et autres roches métavolcaniques
- Schiste noir et Grès fin
- Conglomérat
- Grès et Quartzite



Le PER de Bon Espoir se trouve au niveau d'une limite structurale entre deux unités géologiques :

- > une ceinture de roches vertes, ensemble complexe de roches volcaniques faiblement métamorphisées, au Nord ;
- > un bassin sédimentaire en *pull apart*, c'est-à-dire formé dans un contexte tectonique de cisaillement (senestre, en l'occurrence) au Sud.

Au sein du périmètre, les principales structures géologiques présentent une orientation ENE-WSW qui peut être retrouvée, dans la lithologie, dans la forme allongée des affleurement de conglomérat et de schiste amphibolitique.

Cette orientation se manifeste également dans la direction d'écoulement des principaux cours d'eau, comme les criques Mousse, Lézard et Pouget, la crique Réveil (la principale au sein du permis),

Dans l'Ouest du permis affleurent également les **roches métavolcaniques diverses** de la série du Paracama inférieur. Il s'agit de schiste amphibolitique, de quartzite, de métavolcanite et de métapyroclates acides à basiques, de chloritoschiste et d'autres roches volcaniques indifférenciées.

1.1.2.1.2 Ensemble Détritique Supérieur

Les **roches sédimentaires peu ou pas métamorphisées** de l'Ensemble Détritique Supérieur occupent globalement le Sud du PER de Bon Espoir.

Au droit du permis, la formation de l'Orapu Rosebel se retrouve à l'affleurement. Elle est majoritairement composée par du **grès** et de la **quartzite**, mais présente également des bancs de **conglomérat**.

1.1.2.2 Géologie structurale

Les terrains de la demande sont localisés au niveau d'une **limite tectonique majeure** qui sépare la ceinture de roches vertes, au Nord du PER, de l'Ensemble Détritique Supérieur, au Sud. Ce dernier correspond à un épisode de sédimentation dans un **bassin de type pull-apart formé dans un contexte de cisaillement sénestre** [Cf. Figure 2].

La limite tectonique qui parcourt le permis présente une direction globalement Ouest-Nord-Ouest / Est-Sud-Est. Les bancs de conglomérat de l'ensemble détritique sont allongés selon cette même direction.

Cette orientation structurale se retrouve dans la disposition des reliefs et du réseau hydrographique locaux, tels que décrit dans le **Tome 3 : Notice d'Impact**.

1.2 CONTEXTE METALLOGENIQUE

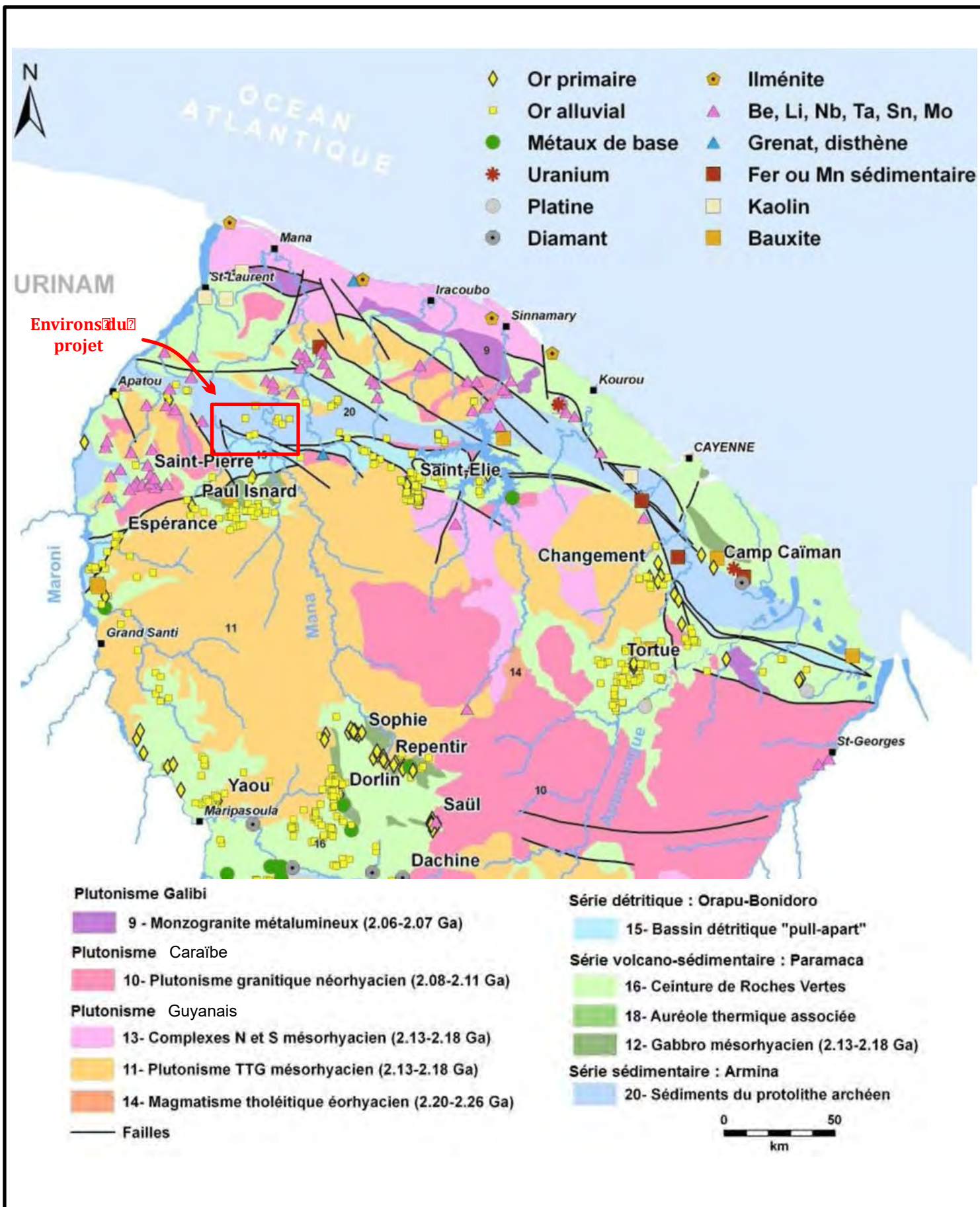
1.2.1 Généralités à l'échelle de la Guyane

1.2.1.1 *Métallogénie générale de la Guyane*

La métallogénie du Bouclier Guyanais reflète les principaux stades de son évolution géodynamique et présente une évolution très similaire à celle du Birimien de l'Afrique de l'Ouest. La Guyane constitue le seul domaine français où sont représentées des **ceintures de roches vertes**, formations typiques de l'Archéen et du Paléoproterozoïque, **connues pour leur fort potentiel minier, notamment pour l'or**.

Le PER de Bon Espoir est localisé en **Figure 3** sur une carte métallogénique simplifiée de la Guyane.

Le début de l'évolution paléoproterozoïque, développée en contexte océanique et d'arc volcanique, s'accompagne de dépôts manganésifères (Matthews Ridge au Guyana, Serra do Navio au Brésil...), possiblement associés à des minéralisations sulfurées précoces (indices en Guyane et dans l'Amapá, au Brésil). Localement, des complexes basiques et ultrabasiques montrent des minéralisations de chromite (Bacuri, au Brésil) ainsi que des indices de platinoïdes.



ARMINA RESSOURCES MINIÈRES - Communes de Mana et Saint-Laurent-du-Maroni (973)
 Demande de transformation du PER dit de « Bon Espoir » en Concession
 Tome 2 - Mémoire Technique

Carte métallogénique simplifiée de la Guyane

Figure 3



Source : BRGM/RP-62003-FR

Le **principal événement métallogénique** a eu lieu **durant l'orogénèse transamazonienne**, il y a environ 2,1 Ga [Cf. § 1.1.1], et correspond à la **mise en place des minéralisations aurifères**. Celles-ci font du Bouclier Guyanais et du Birimien de l'Afrique de l'Ouest des provinces aurifères de classe mondiale.

Une grande variété de **minéralisations aurifères syntectoniques** se sont mises en place durant tous les incréments de la déformation D2. Ces minéralisations sont **pour la plupart de type orogénique**, présentant une liaison avec les grandes structures cisailantes marquant le coulissage sénestre des blocs continentaux. Il existe de plus des minéralisations en relation avec des **phénomènes magmatiques tardifs**, ainsi que des **minéralisations aurifères portées par des faciès conglomératiques de l'Ensemble Détritique Supérieur** (Orapu en Guyane, Tarkwaïen en Afrique de l'Ouest).

Depuis la **découverte des premières pépites d'or en 1854** dans le bassin de l'Approuague, la production en Guyane est estimée à plus de 225 tonnes, hormis la production illégale. L'exploitation d'or s'est longtemps concentrée sur les placers alluviaux les plus riches et facilement accessibles. Les premières exploitations étaient artisanales (orpaillage). De 1875 à 1940, l'activité aurifère se structure pour atteindre un bon niveau de productivité grâce à la mécanisation progressive des techniques d'exploitation. Les progrès techniques et les fluctuations du cours de l'or ont permis de s'intéresser aux gîtes éluvionnaires, résultant de la fragmentation de roches restées sur place et de leur désagrégation par les agents atmosphériques. Enfin, l'avancée des connaissances géologiques de la région et le développement de techniques modernes de prospection permettent d'envisager depuis la fin du siècle dernier l'exploitation de gisements primaires, à ciel ouvert ou par galeries souterraines.

L'inventaire minier de la Guyane réalisé entre 1975 et 1995 par le BRGM et, par la suite, l'exploration par les sociétés minières ont permis de mettre en évidence de nouveaux gisements d'or primaire. Ces gisements représentent l'essentiel du potentiel actuel en Guyane et, par comparaison avec les découvertes réalisées dans le reste du Bouclier Guyanais et en Afrique de l'Ouest, **il subsiste très probablement des ressources encore non découvertes**. En effet, en Guyane, seuls trois gisements atteignent le million d'onces (31 tonnes d'or). C'est un résultat très en deçà d'autres secteurs du bouclier comme les gisements de Rosebel (210 t) au Surinam, d'Aurora (208 t) au Guyana et ceux des districts vénézuéliens d'El Callao et de Las Cristinas, dépassant les 500 tonnes d'or.

Bien que l'or constitue l'essentiel des ressources minières, il existe des indices montrant la présence d'autres substances, en particulier les minéralisations de colombo-tantalite, essentiellement en placer, en liaison avec les granites tardifs dans le domaine Nord-guyanais, ainsi que des zones à kaolin possiblement associées.

En revanche, les indices de manganèse, de diamants et les bauxites, par exemple sur le massif de Lucifer, représentent des objectifs insuffisants d'un point de vue économique.

Ainsi, la Guyane se caractérise par un potentiel en ressources minérales unique à l'échelle du territoire français, notamment associé aux **ceintures de roches vertes** dont le **haut potentiel aurifère** a été démontré dans l'ensemble du Bouclier Guyanais et en Afrique de l'Ouest.

Les formations géologiques du **Paramaca** qui leurs sont associées ont été identifiées, depuis les premiers travaux du BRGM, comme très favorables à la découverte de **gîtes aurifères**. Paul Isnard, Saint-Pierre, Délice et Saint-Elie, par exemple, sont quelques uns des grands gîtes aurifères connus au Sud du Sillon Nord-Guyanais.

1.2.1.2 Typologie des différents gîtes aurifères guyanais

5 grands types gîtes aurifères sont considérés en Guyane, dont trois sont liés à des minéralisations primaires et deux à des minéralisations secondaires [Milési et al., 1995].

1.2.1.2.1 Minéralisations aurifères primaires

Le premier type correspond aux minéralisations liées aux strates (*stratabound*) (ante déformation D1), encaissées dans les formations volcano-sédimentaires du Paramaca inférieur. C'est le cas dans la partie méridionale de la Guyane, avec l'exemple du gîte de Dorlin dans lequel la minéralisation est de type *tourmalinite hosted*. L'or est associé à des sulfures disséminés dans une zone d'altération hydrothermale sub-contemporaine de dépôt volcano-clastiques dacitiques.

Le deuxième type correspond à des minéralisations discordantes, dans lesquelles des disséminations sulfurées sont associées à des **filons et stockwerks** mis en place tardivement pendant la phase de déformation D1, ou plus souvent **pendant la phase de déformation D2**. Ces gîtes sont encaissés dans les **formations du Paramaca** mais aussi dans l'**Ensemble Détritique Supérieur**. Les plus nombreux sont des indices filoniens à halos de sulfures liés à la tectonique D2. Ils peuvent se mettre en place tout au long de la phase de déformation D2.

Le troisième type est représenté par des minéralisations à or disséminé de l'Ensemble Détritique Supérieur du Sillon Nord-Guyanais. On les retrouve surtout dans des conglomérats polygéniques à oxydes détritiques riches en galets hydrothermalisés et déformés, ainsi que dans des quartzites (cas de l'indice de Montagne Tortue).

Dans le Nord de la Guyane, la majorité des concentrations aurifères primaires jalonne le **contact Paramaca inférieur / Ensemble Détritique Supérieur**, ou bien le contact entre le Paramaca et les granites (mines de Devis-Babinsky, Loulouie, Adieu-Vat) [Cf. Figure 3]. Ces dernières minéralisations apparaissent associées à la phase de déformation D2, ce qui se marque par :

- la localisation des gîtes à proximité d'accidents majeurs D2 orientés N140° à N160°E ou N70°E ;
- la géométrie des corps minéralisés (fentes de tension, filons de type veine de cisaillement et stockwerk) contrôlés par cette déformation D2.

1.2.1.2.2 Minéralisations aurifères secondaires

Les **minéralisations secondaires** sont **localisées dans les flats** et correspondent à des formations de type **placers**, classés selon deux types selon de l'âge de formation des concentrations minérales :

- le premier type correspond aux paléoplacers encaissés dans des formations tertiaires quaternaires (plateaux des Mines, Serpent et Cascades).
- le deuxième type, le plus représenté en Guyane, correspond aux **placers alluviaux récents**. Certains de ces placers peuvent se trouver à proximité de la minéralisation primaire qu'ils remanient.

1.2.2 Contexte métallogénique local

Le PER de Bon Espoir est localisé au niveau d'un contact géologique majeur, un **glissement sénestre d'échelle régionale** entre, au Nord, la ceinture de roches vertes du Nord du CCG, et, au Sud, un bassin sédimentaire appartenant à l'Ensemble Détritique Supérieur, dont l'ouverture est consécutive de ce cisaillement sénestre (bassin dit en *pull apart*).

Ces ensembles de failles décrochantes peuvent représenter des **métallotectes intéressants**. Les PER de Nem 4 et de Pedral ont d'ailleurs récemment été attribués, respectivement à NEWMONT LASOURCE et à SMSE, dans un contexte géologique similaire à l'Est du PER de Bon Espoir.

De tels corridors sont jugés **favorables au développement de gîtes filoniens**. La complexité stratigraphique du secteur ajoute un élément fort important aux critères favorables à la **multiplication de pièges structuraux** de type filonien. Ce sont ces critères qui ont mené à des découvertes minières importantes, par NEWMONT, au Suriname.

Les minéralisations aurifères y sont possibles grâce aux **importantes circulations de fluides hydrothermaux** lors des différents épisodes tectoniques de l'orogénèse transamazonienne.

Le groupe NEWMONT, maison-mère de NEWMONT LASOURCE, a réalisé plusieurs découvertes majeures dans la partie surinamienne du Bouclier Guyanais, telles que le gisement d'or de Merian (280 tonnes d'or de ressources géologiques) et celui de Sabajo (124 tonnes d'or de ressources géologiques).

2. HISTORIQUE DES TRAVAUX DE PROSPECTION

Dans ce chapitre sont détaillées les différentes étapes de prospection ayant permis l'identification et la caractérisation du gisement d'or visé par la présente demande de concession. La démonstration de son caractère économique est présentée au [Chapitre 3](#) ci-après.

2.1 ANCIENS TRAVAUX DE PROSPECTION (1978-2010)

2.1.1 Travaux réalisés par le BRGM (1978-1996)

Le Bureau de Recherches Géologiques et Minières (BRGM) a mené de nombreuses campagnes de géologie et de prospection de ressources minérales en Guyane, dans la deuxième moitié du 20^{ème} siècle. Les cartes géologiques au 1/100 000 qui incluent le PER de Bon Espoir ont été réalisées respectivement en 1962 pour la feuille de Basse Mana, et en 1964 pour la feuille d'Arouany.

Cependant, les terrains de la demande n'ont fait l'objet que de travaux de prospection très limités de la part du BRGM.

En 1978, une campagne de géochimie a été réalisée dans les sédiments issus d'un banc de conglomérat de la formation de l'Orapu, dans le Sud du PER actuel. 150 échantillons ont été prélevés, mais seules deux teneurs significatives (64 et 194 ppb Au) ont été enregistrées.

En 1996, la société GEOTERREX a réalisé, pour le compte du BRGM, une campagne de géophysique aéroportée à l'échelle régionale (magnéto- et radiométrie), incluant les terrains du PER de Bon Espoir.

2.1.2 Exploration par la WESTERN MINING CORPORATION (1999-2000)

La société WESTERN MINING CORPORATION (WMC) est la première compagnie minière à avoir développé des programmes d'exploration sur le site de Bon Espoir, à la fin des années 90, par l'intermédiaire de sa filiale WMC MINERE. C'est cette société qui a fait la première demande de PER de Bon Espoir, en 1997 [\[Cf. Tome 1 : Document Administratif\]](#).

Les travaux de prospection menés par WMC au niveau du permis se sont limités à des **campagnes de géochimie**, pour lesquelles 1,2 M USD ont été dépensés **entre 1999 et 2000**.

Dans un premier temps, WMC a réalisé en 1999 une campagne de prospection géochimique sur 221 échantillons de sols prélevés à 30 cm de profondeur environ, selon une grille formée de 6 layons perpendiculaires aux alignements géologiques et espacés de 1 à 2 km (représentant une superficie de 7,85 km²). Les échantillons furent soumis à une pyroanalyse pour l'or (or par *fire assay*) et à une analyse multiéléments par spectrométrie (type ICP, *Inductively Coupled Plasma*).

Une deuxième phase de prospection géochimique a ensuite été lancée, en 2000, concentrée dans un secteur où les plus fortes teneurs en or avaient été trouvées. Une campagne de géochimie sols a été réalisée sur une grille resserrée comprenant 9 layons Nord-Sud espacés de 250 à 450

mètres, le long desquels 732 échantillons de sol ont été prélevés. Les mêmes analyses furent réalisées.

Cette double campagne de géochimie sols a permis l'**identification d'une anomalie aurifère** baptisée Wayamaga, allongée sur au moins 1,6 km selon une direction globalement Est-Sud-Est, et large de 100 à 500 m. Les teneurs en or retrouvées dans les échantillons s'y échelonnent entre 50 et 2 000 ppb (partie par milliard, ou mg/t). Une forte corrélation entre l'or et l'arsenic a également été constatée.

WMC a alors lancé une campagne de prélèvement d'échantillons de sol et de saprolite à la tarière, jusqu'à une profondeur de 8 m, au niveau de 170 stations. Un prélèvement a été réalisé pour chaque tranche de 1 m de profondeur. Les mêmes analyses ont été réalisées sur ces échantillons, permettant de retrouver une teneur maximale de 94,9 ppm Au dans le sol latéritique, et de 34,8 ppm Au dans la saprolite.

Une nouvelle fois, une forte corrélation entre l'or et l'arsenic a été constatée.

La dernière phase d'exploration menée par WMC a consisté en le prélèvement de 252 échantillons de fragments rocheux trouvés en surface ou prélevés sur des affleurements. Les échantillons incluaient des pisolites ferreuses, du quartz provenant de veines siliceuses et des éléments de saprolite.

La plupart des échantillons présentaient une teneur de plus de 100 ppb Au et certains atteignaient plus de 5 ppm Au. Les plus fortes valeurs ont été retrouvées dans la saprolite, et, au contraire, de faibles valeurs furent trouvées dans le quartz. La corrélation entre or et arsenic a de nouveau été confirmée.

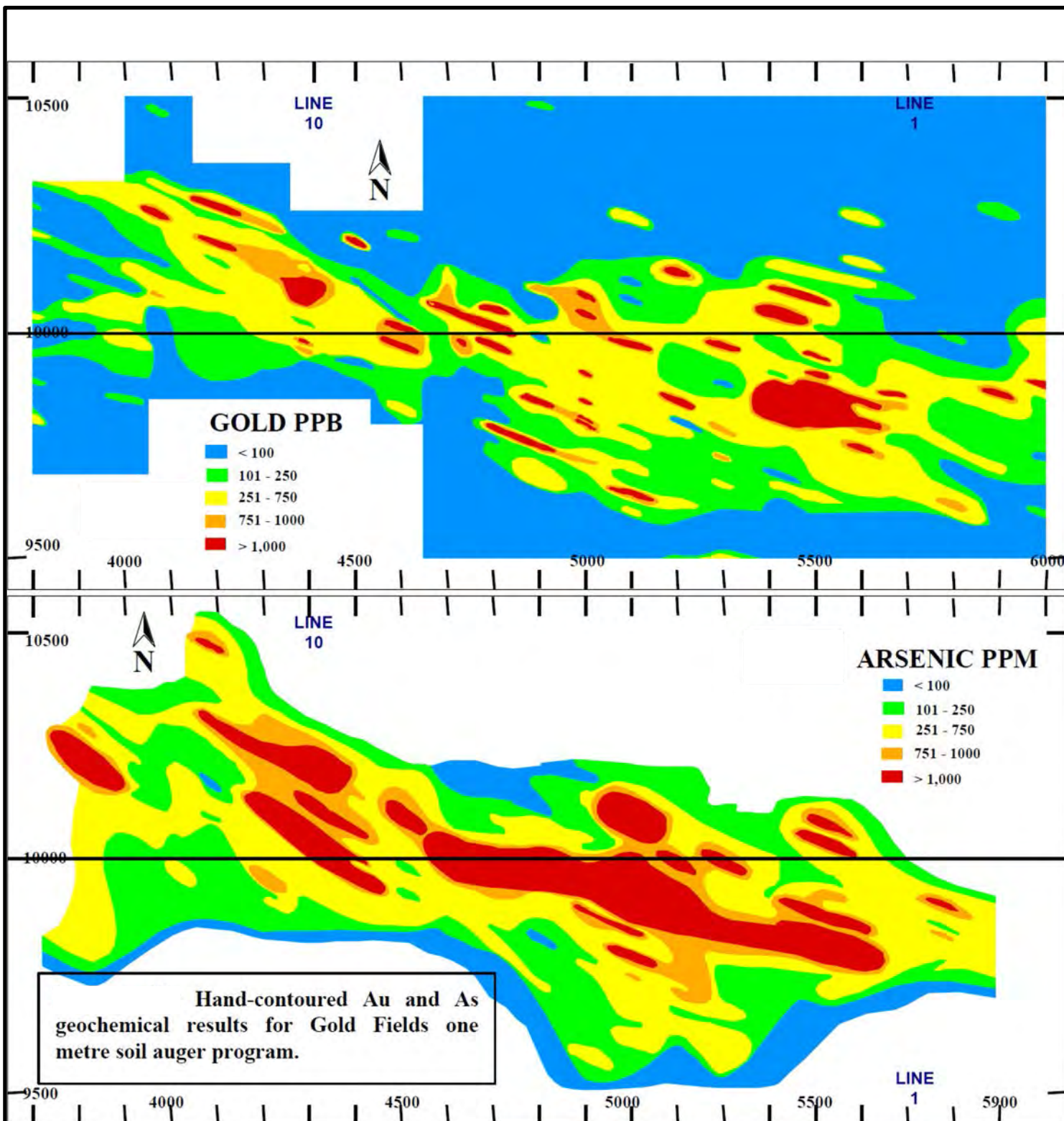
2.1.3 Exploration par GOLD FIELDS MINIERE (2001-2002)

En 2001, WMC MINIERE fut rachetée par le groupe GOLD FIELDS EXPLORATION S.A.R.L., et devint GOLD FIELDS MINIERE, à laquelle le PER de Bon Espoir fut accordé cette même année [Cf. Tome 1 : Document Administratif]. GOLD FIELDS a conduit des travaux de prospection sur le permis en 2001-2002.

En 2001, GOLDEN STAR a mené une campagne de géochimie sols sur un linéaire de 30 km de layons localisés au niveau de l'anomalie Wayamaga. Les échantillons furent prélevés à la tarière manuelle jusqu'à une profondeur de 1 m, tous les 20 à 30 m le long de layons espacés de 100 m. Les échantillons furent analysés pour l'or (pyroanalyse ou *fire assay*) et par ICPES (*Inductively Coupled Plasma Emission Spectrometry*).

Les résultats de la campagne de géochimie sols ont montré que les fortes teneurs en or (plus de 1 ppm Au) en surface sont trouvées sous la forme de lentilles disjointes allongées selon une direction globalement NNW-SSE. Les teneurs mesurées ont également montré une **forte corrélation entre l'or et l'arsenic** [Cf. Figure 4].

GOLDEN STAR réalisa ensuite une carte géologique au 1 / 2 500 au droit du prospect, à partir des données historiques et de relevés de terrain. Sur cette même grille, une campagne de magnétométrie au sol fut confiée à la société RECONSULT. Les résultats de ces travaux furent couplés afin de décrire un modèle géologique structural du site.



La cartographie est extrapolée à partir des résultats de la campagne de géochimie sols à la tarière manuelle, à 1 m de profondeur, sur une grille de 100 m x 20-30 m (layons espacés de 100 m et prélèvement tous les 20 à 30 m le long de chaque layon)

ARMINA RESSOURCES MINIÈRES - Communes de Mana et Saint-Laurent-du-Maroni (973)
 Demande de transformation du PER dit de « Bon Espoir » en Concession
Tome 2 - Mémoire Technique

Illustration de la corrélation entre or et arsenic

Source : GOLD FIELDS

Une campagne de 36 sondages carottés fut réalisée par le sous-traitant MAJOR GROUP au niveau de l'anomalie entre octobre et décembre 2001 [Cf. Figure 5] :

- 34 sondages selon une inclinaison de 45° et un azimut Nord, afin d'atteindre la limite entre la saprolite et la roche saine vers 50 à 60 m de profondeur ;
- 2 sondages selon une inclinaison de 60° et un azimut Sud, plus profond afin d'atteindre la roche saine.

Les échantillons, prélevés tous les mètres, furent envoyés au laboratoire FILAB de Cayenne pour une pyroanalyse de leur teneur en or.

Des analyses minéralogiques par spectrométrie ont ensuite été réalisées sur 266 échantillons issus des carottes de sondage.

En 2002, une campagne de radiométrie aéroportée a été demandée à la société BELL afin de reprendre les travaux menés en 1996 par le BRGM. Les lignes de géophysique présentaient une orientation N30°E et un espacement de 500 m, au niveau de l'anomalie.

Enfin, GOLD FIELDS a missionné le laboratoire LAKEFIELD RESEARCH afin de réaliser des analyses chimiques sur 226 échantillons et des tests préliminaires de cyanuration sur 70 échantillons de saprolite aurifère.

Les taux de récupération, estimés à partir de duplicatas, sont présentés dans le tableau ci-après, selon deux gammes de teneur en or.

Teneur en or de l'échantillon testé	Taux de récupération moyen	Taux de récupération
0,1 à 2 ppm Au	44,5 %	22 à 87 %
> 2 ppm Au	56,1 %	17 à 77 %

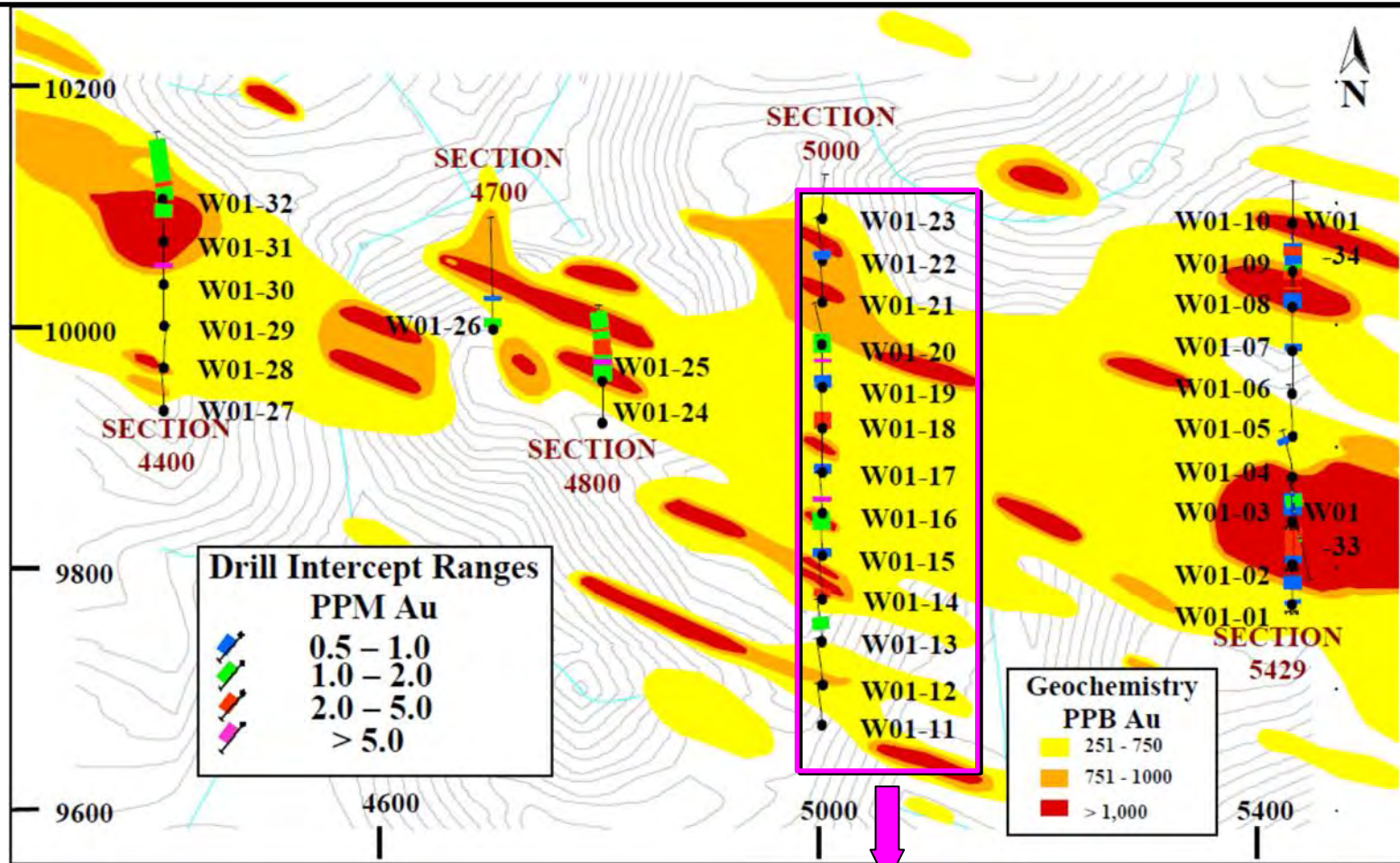
Les conclusions du laboratoire sont que l'or contenu dans le minerai provenant de Wayamaga n'est pas réfractaire et que ces premiers tests préliminaires révèlent qu'il est plutôt **propice à la récupération par cyanuration**.

2.2 TRAVAUX MENES PAR ARMINA (NEWMONT LASOURCE) DEPUIS 2010

La société ARMINA RESSOURCES MINIERES est titulaire du PER de Bon Espoir depuis 2010, en tant que filiale à 100 % d'AUPLATA. Cette dernière a passé un accord avec NEWMONT LASOURCE, qui pourra entrer au capital d'ARMINA en contrepartie d'investissements en travaux d'exploration à hauteur de plusieurs millions d'euros (détaillé dans le **Tome 1 : Document Administratif**).

2.2.1 Campagne de géophysique au sol par polarisation provoquée

NEWMONT LASOURCE a réalisé, pour le compte d'ARMINA, une campagne de **relevés géophysiques au sol** par la technique de la **polarisation provoquée**.



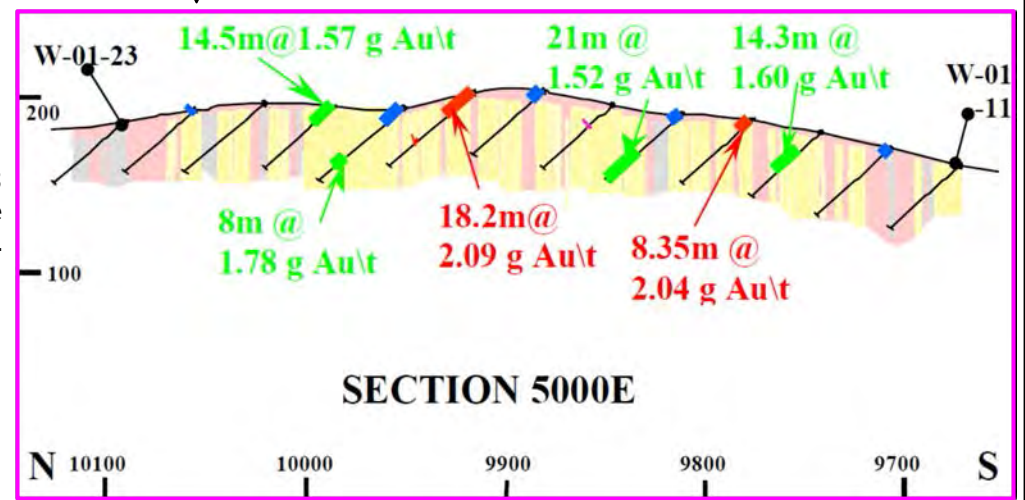
Drill Intercept Ranges	
PPM Au	
	0.5 - 1.0
	1.0 - 2.0
	2.0 - 5.0
	> 5.0

Geochemistry	
PPB Au	
	251 - 750
	751 - 1000
	> 1,000

L'emplacement des sondages menés en 2001 par GOLD FIELDS est représenté sur fond des résultats précédemment obtenus en géochimie sols.

La section la plus sondée (13 forages), la 5000 E, a été représentée ci-contre.

	GRAPHITIC SCHIST
	ALTERATION ZONES
	VOLCANIC FLOWS, PYROS.
INTERCEPT RANGES AU PPM	
	0.5 - 1.0
	1.0 - 2.0
	2.0 - 5.0
	> 5.0



Cette technique, développée par NEWMONT, est réalisée par la création d'un champ électrique dans le sol et la mesure, en réponse, de sa chargeabilité et de sa résistivité [Cf. Figure 6]. Les résultats obtenus fournissent des renseignements sur les propriétés des matériaux du sous-sol (données structurales, perméabilité, diamètre des pores...). La résolution dépend de la maille de prospection et de l'espacement choisi entre les électrodes.

La campagne menée par NEWMONT LASOURCE sur le site de Bon Espoir a concerné un **linéaire cumulé de 16 km**.

2.2.2 Campagnes de géochimie

2.2.2.1 Géochimie sols

Entre 2014 et 2016, NEWMONT LASOURCE a réalisé des prélèvements de sols au niveau de **1 574 stations d'échantillonnage** au sein du PER de Bon Espoir (à date du 1^{er} août 2016). Les échantillons ont ensuite été analysés par le laboratoire FILAB de Cayenne :

- par pyroanalyse (*fire assay*) pour leur teneur en or ;
- par spectrométrie pour une analyse multiéléments.

Les analyses ont permis de déceler des teneurs en or allant **jusqu'à 2,5 ppm Au**. Les résultats reportés sur une carte du PER, et, complétés par les données antérieures, permettent de **visualiser clairement l'anomalie de Wayamaga** [Cf. Figure 7].

La **Figure 8** représente un agrandissement des résultats de la prospection géochimique centré autour de l'anomalie. Une interpolation à partir de ces données ponctuelles de teneur permet ensuite de représenter, en surface, des enveloppes de gammes de concentration en or [Cf. Figure 9].

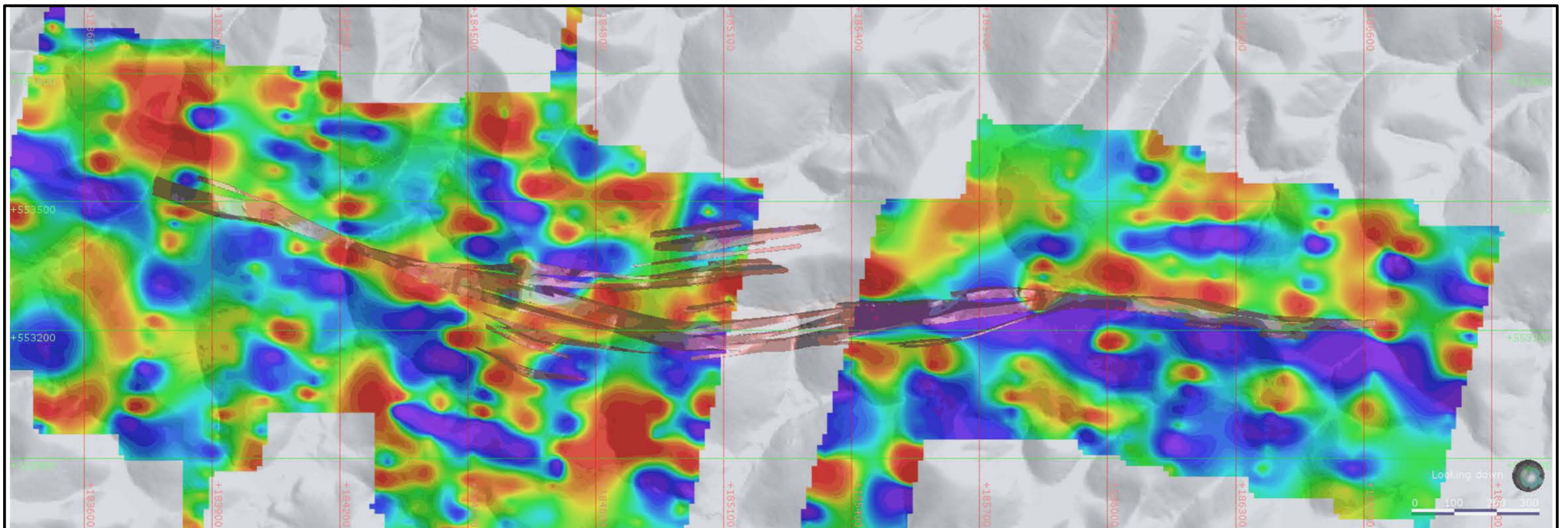
2.2.2.2 Géochimie roche

Dans un même temps, NEWMONT a également procédé au prélèvement de **633 échantillons de roche** en surface (collecte de fragments rocheux, prélèvements sur des affleurements). Les mêmes analyses chimiques ont été réalisées en laboratoire sur ces échantillons.

Les valeurs de teneur en or enregistrées atteignent 11,20 ppm Au, et une teneur de **plus de 1 ppm Au a été trouvée dans une trentaine d'échantillons**.

2.2.2.3 Sédiments alluviaux

NEWMONT a également réalisé plus de **850 prélèvements d'échantillons de sédiments alluviaux** pour l'application de la **technique de type BLEG (*Bulk Leach Extractable Gold*)**.



Carte de chargeabilité obtenue par polarisation provoquée sur le site de Bon Espoir. Le corps minéralisé est représenté en rose, en surimposition.

Matériel et personnel déployé sur le terrain pour la campagne de prospection géophysique par polarisation provoquée réalisée sur le PER de Bon Espoir

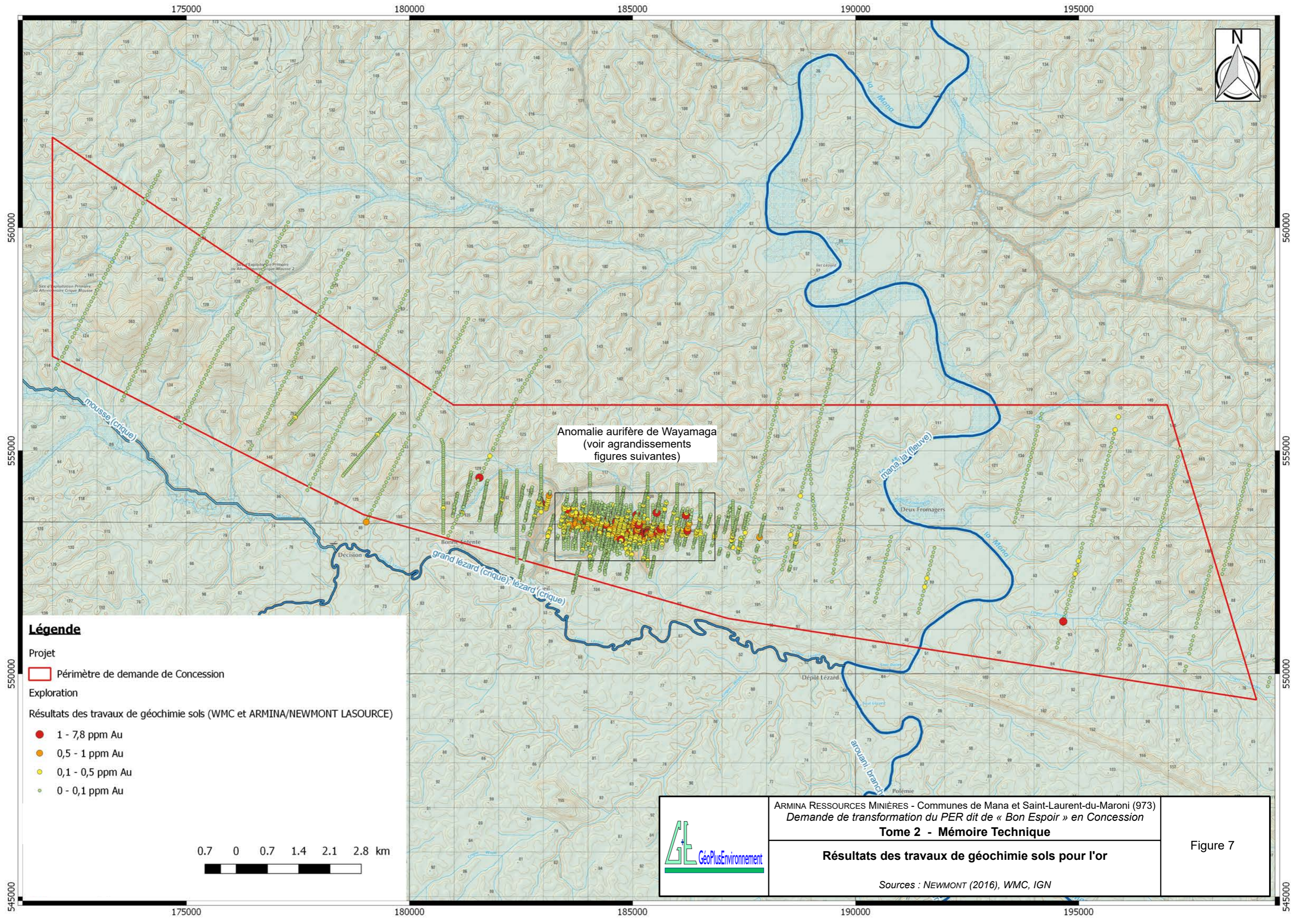


ARMINA RESSOURCES MINIÈRES - Communes de Mana et Saint-Laurent-du-Maroni (973)
 Demande de transformation du PER dit de « Bon Espoir » en Concession
Tome 2 - Mémoire Technique

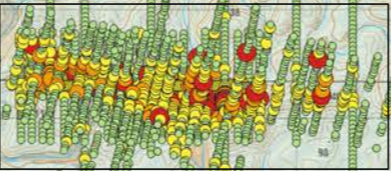
Prospection géophysique par polarisation provoquée

Source : NEWMONT

Figure 6

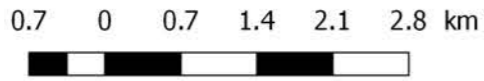



Anomalie aurifère de Wayamaga
(voir agrandissements
figures suivantes)



Légende

- Projet
- Périmètre de demande de Concession
- Exploration
- Résultats des travaux de géochimie sols (WMC et ARMINA/NEWMONT LASOURCE)
- 1 - 7,8 ppm Au
 - 0,5 - 1 ppm Au
 - 0,1 - 0,5 ppm Au
 - 0 - 0,1 ppm Au



	ARMINA RESSOURCES MINIÈRES - Communes de Mana et Saint-Laurent-du-Maroni (973) Demande de transformation du PER dit de « Bon Espoir » en Concession Tome 2 - Mémoire Technique	Figure 7
	Résultats des travaux de géochimie sols pour l'or Sources : NEWMONT (2016), WMC, IGN	

184000

184500

185000

185500

186000

186500



554000

554000

553500

553500

553000

553000

552500

552500

Légende

Projet

PER Bon Espoir RGFG95

Exploration

Résultats des travaux de géochimie sols (WMC et ARMINA/NEWMONT LASOURCE)

- 1 - 7,8 ppm Au
- 0,5 - 1 ppm Au
- 0,1 - 0,5 ppm Au
- 0 - 0,1 ppm Au
- Enveloppe minéralisée

75 0 75 150 225 300 m



ARMINA RESSOURCES MINIÈRES - Communes de Mana et Saint-Laurent-du-Maroni (973)
 Demande de transformation du PER dit de « Bon Espoir » en Concession

Tome 2 - Mémoire Technique

**Zoom sur les résultats de la géochimie sols
 au droit de l'anomalie Wayamaga**

Sources : NEWMONT (2016), WMC

Figure 8

184000

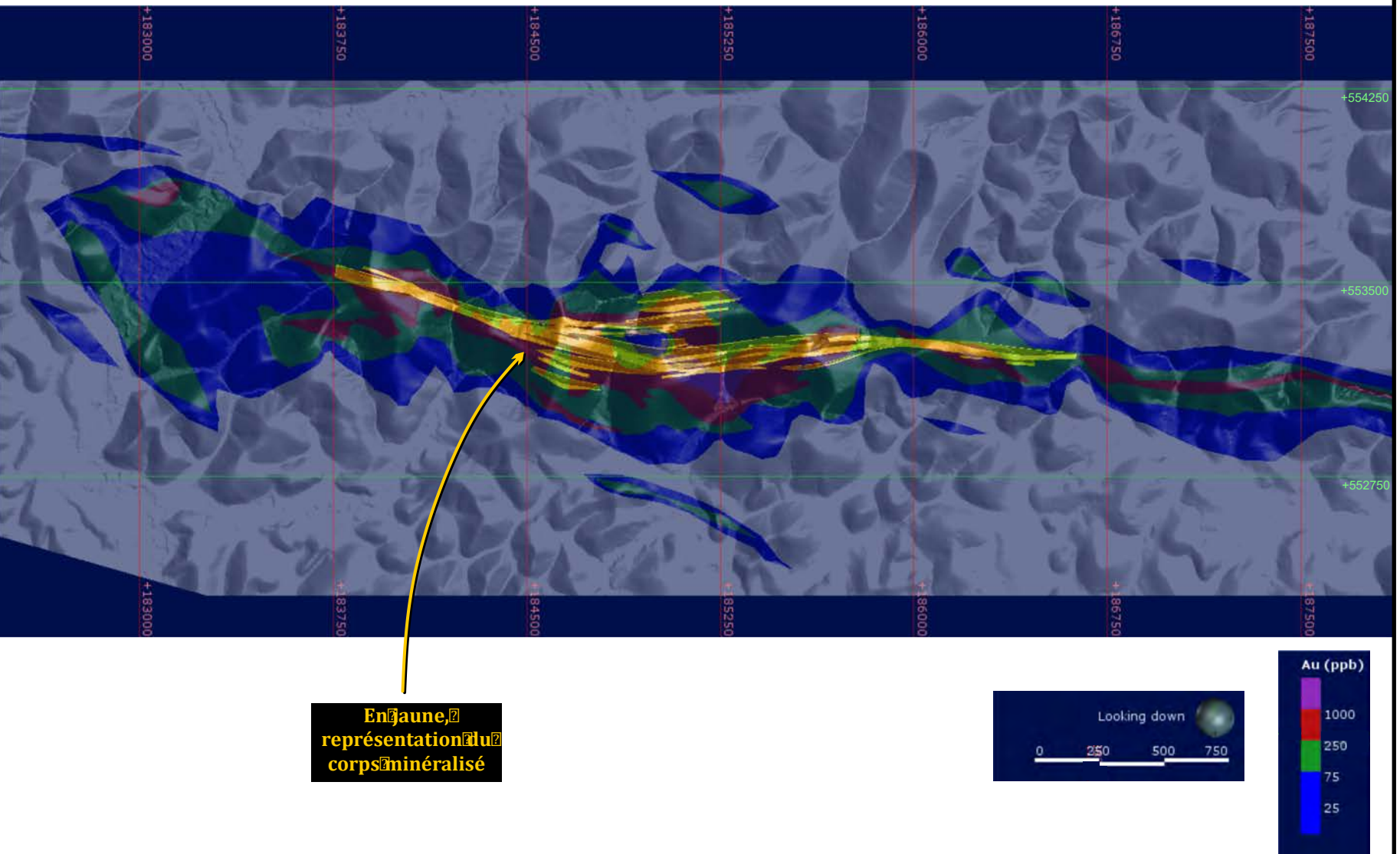
184500

185000

185500

186000

186500



Celle-ci consiste à prélever un nombre restreint d'échantillons de sédiments alluviaux récents sur la zone d'étude et permet de cibler davantage les régions à explorer. Les avantages de la technologie BLEG sont l'exactitude, les très faibles limites de détection et la possibilité d'explorer de vastes zones. Cette technique permet un gain de temps et donc d'optimiser les dépenses d'exploration. Les échantillons BLEG recueillis à travers le monde sont envoyés au laboratoire NEWMONT BLEG de Perth, en Australie, où ils sont actuellement analysés par Bill Griffin, employé de NEWMONT et co-créateur de la technique.

2.2.3 Campagne de sondages carottés (2015-2016)

En 2015-16, NEWMONT LASOURCE a fait réaliser une **campagne de 24 sondages carottés**, dans la continuité des travaux menés par GOLDEN STAR quelques années auparavant [Cf. [Figure 10](#)]. Ces ouvrages, numérotés W-15-35 à W-16-58, présentaient les caractéristiques suivantes :

- une profondeur atteinte de 20 à 202 m (112 m en moyenne) ;
- un angle de forage de 45 à 71,8° (50° en moyenne) ;
- un azimut compris entre 0 et 17° ou entre 191 et 198°, c'est-à-dire une orientation perpendiculaire aux structures géologiques identifiées.

Les 24 sondages ont permis la collecte d'un **métrage total de 3 068 m de carottes**. Pour chaque ouvrage, un suivi géologique détaillé a été réalisé et reporté sous forme de fiches « log » de sondage, reportant, en fonction de la profondeur, la lithologie, les éventuels phénomènes d'altération, les veines minéralisées, les associations minérales... Après analyses en laboratoire, la teneur en or y est également indiquée. La fiche réalisée pour le sondage W-15-36, localisé sur la [Figure 10](#), est fournie, à titre d'exemple, en [Annexe 2](#).

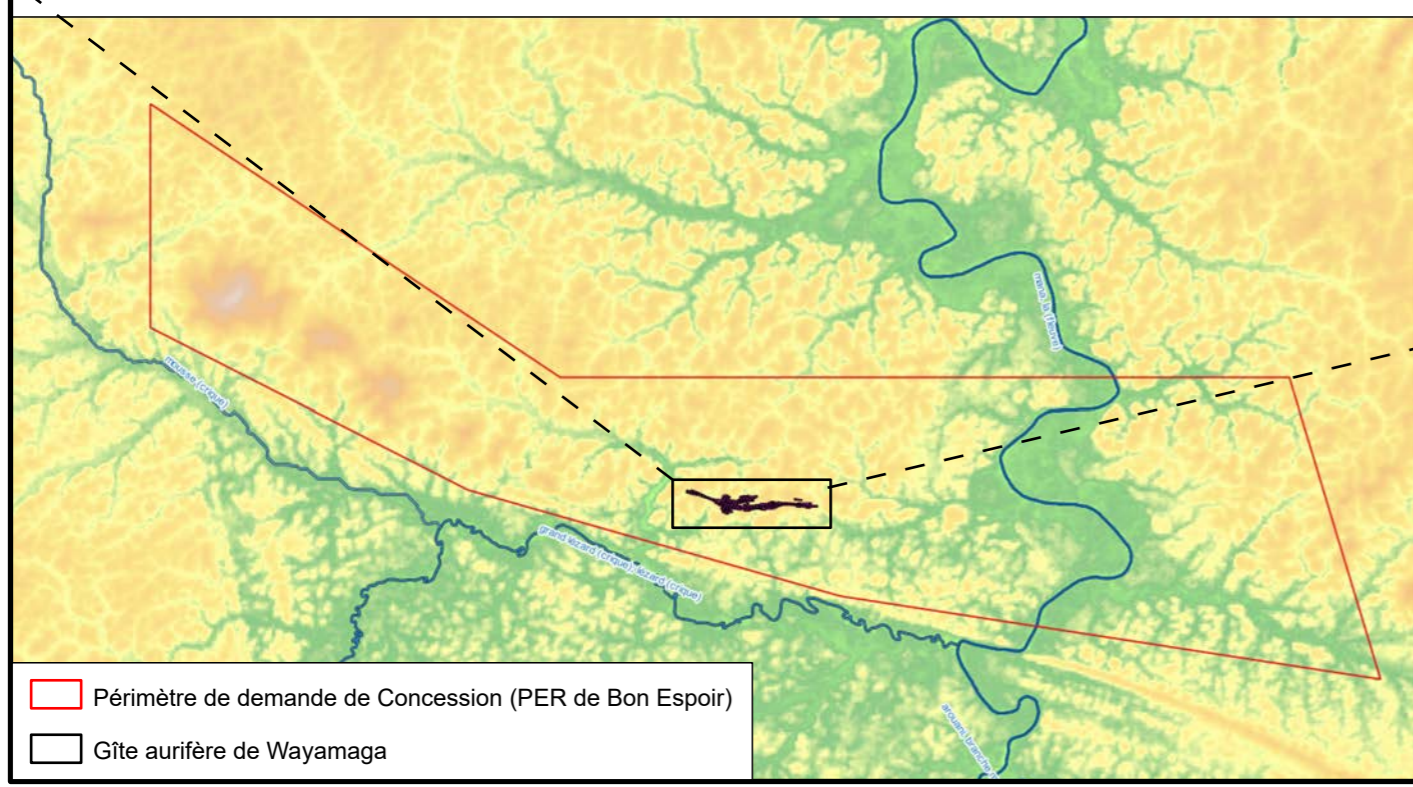
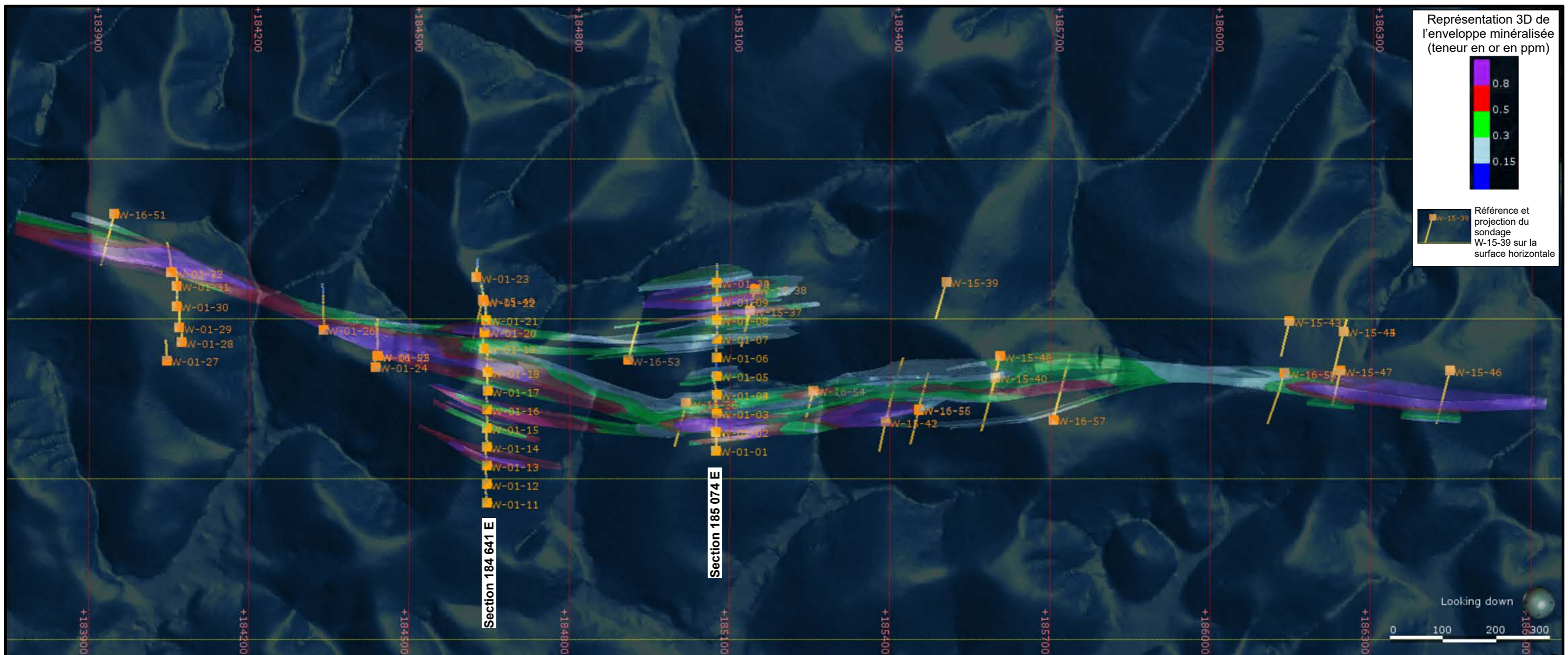
L'emplacement et le dimensionnement des sondages a été déterminé afin de compléter les travaux précédemment réalisés par GOLDEN STAR sur des sections Nord-Sud telles que celles présentées en [Figure 11](#).


Les données collectées permettent de cerner la géologie et la métallogénie se développant dans le sous-sol. Elles sont par conséquent également indispensables à la modélisation de la géométrie des corps géologiques en profondeur, à la répartition de la minéralisation aurifère (grades de teneur) et donc à l'estimation des ressources du gisement, justifiant la présente demande de Concession [Cf. [§ 3.1](#)].

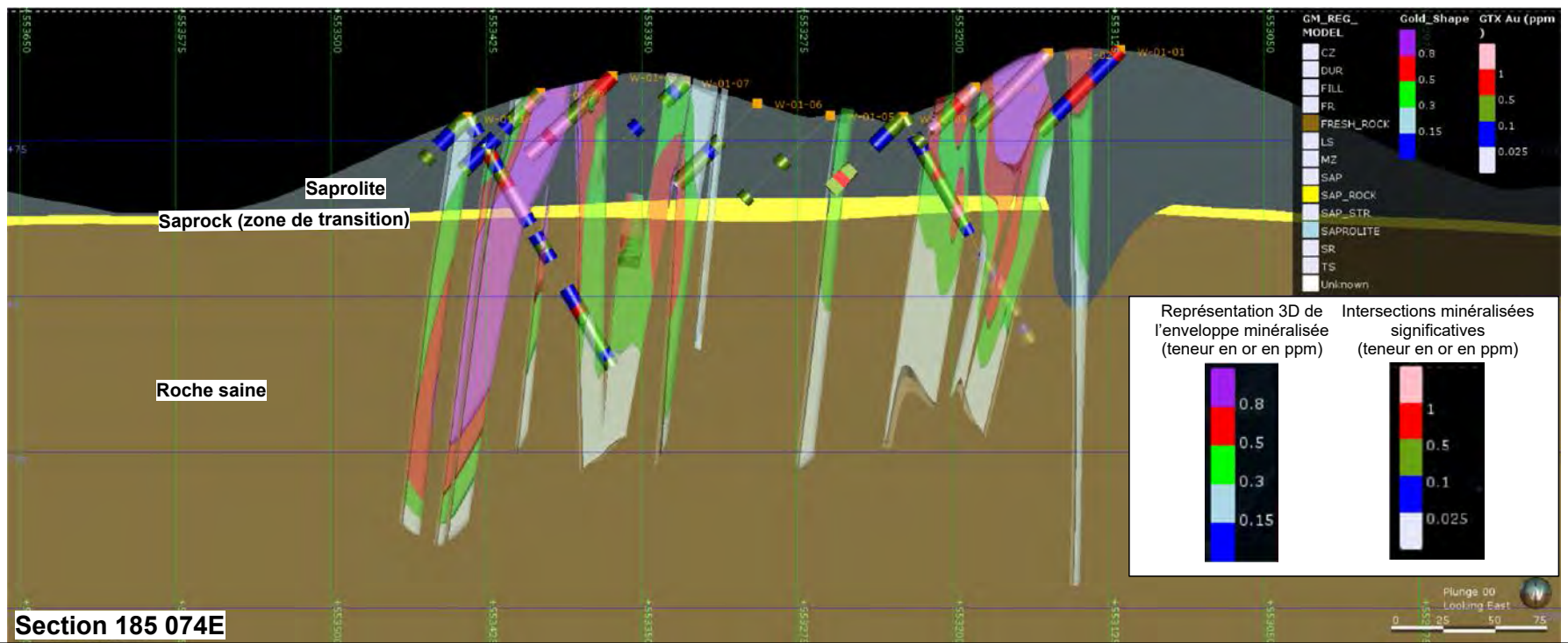
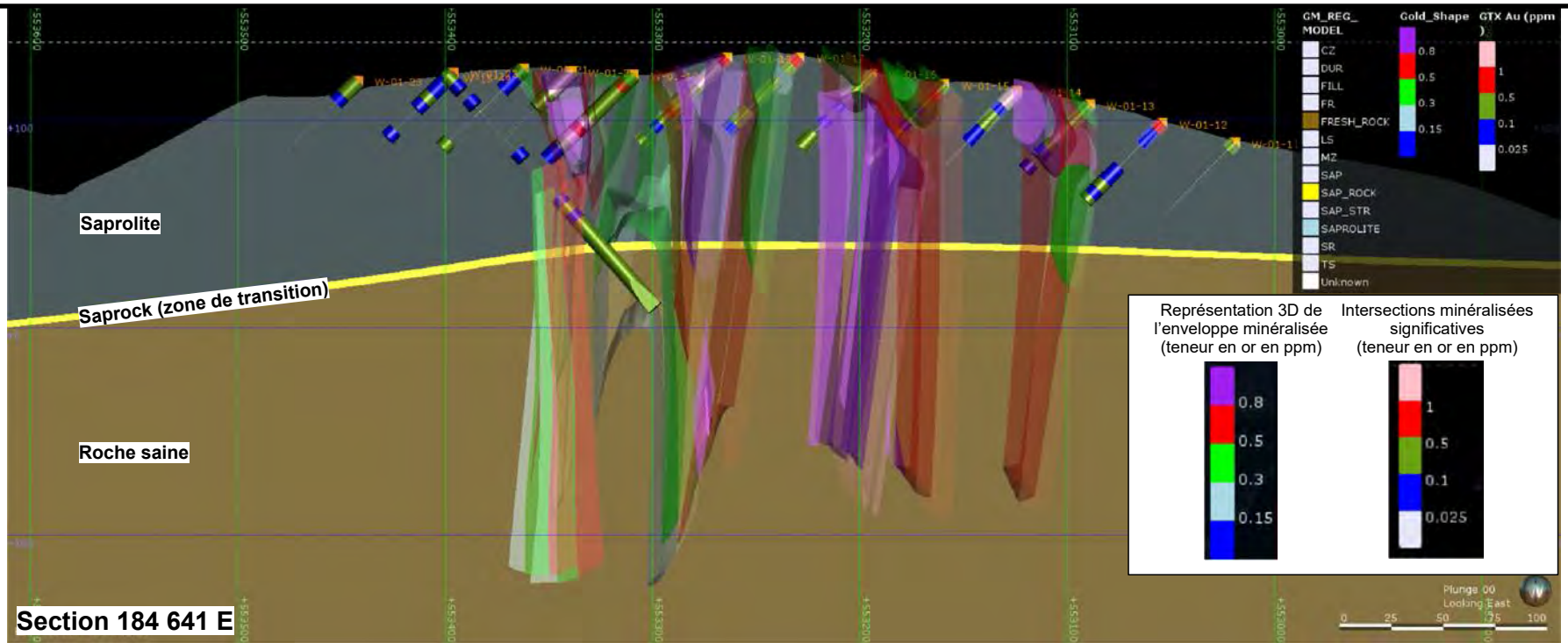
2.3 SYNTHÈSE DES RESULTATS DES TRAVAUX DE PROSPECTION

Le tableau ci-après présente une synthèse des dépenses allouées aux travaux d'exploration sur le site de Bon Espoir depuis l'acquisition du PER par GOLD FIELDS, en 2001. **En près de 16 ans**, ce sont ainsi **plus de 8,2 M € qui ont été dépensés en prospection** sur ce site.

Les dépenses réalisées par **ARMINA depuis 2014** représentent **plus de la moitié de ce budget cumulé** (4,6 M €, surlignés en bleu dans le tableau).



	ARMINA RESSOURCES MINIÈRES - Communes de Mana et Saint-Laurent-du-Maroni (973) Demande de transformation du PER dit de « Bon Espoir » en Concession Tome 2 - Mémoire Technique	Figure 10
	Implantation des sondages carottés réalisés sur le gîte aurifère de Wayamaga Sources : NEWMONT (2015-16), WMC (2001)	



Année	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Dépenses en €	407 047	476 282	257 035	476 282	665 989	219 433	79 127	44 673

2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
18 785	15 911	572 252	367 154	0	599 884	2 044 189	2 003 474

2.3.1 Géologie à l'échelle de l'anomalie

La **Figure 12** présente une **carte géologique au 1/25 000** établie par ARMINA (NEWMONT LASOURCE) au niveau de l'anomalie aurifère de Wayamaga. Cette carte a été réalisée à partir des données historiques de prospection suivantes :

- description de 410 affleurements relevés et échantillonnés par Newmont Lasource ;
- projection des unités lithologiques et structurales de 58 sondages carottés (WMC et NEWMONT LASOURCE) ;
- carte régionale de magnétométrie (BRGM) ;
- bilans de quatre campagnes de géophysique au sol - polarisation provoquée (NEWMONT LASOURCE).

2.3.1.1 Lithologie

❖ Série volcanosédimentaire et volcanique

Au centre de la zone d'étude cartographiée affleurent des **roches volcanoclastiques** dont la dénomination dépend du diamètre des fragments rocheux qui les composent :

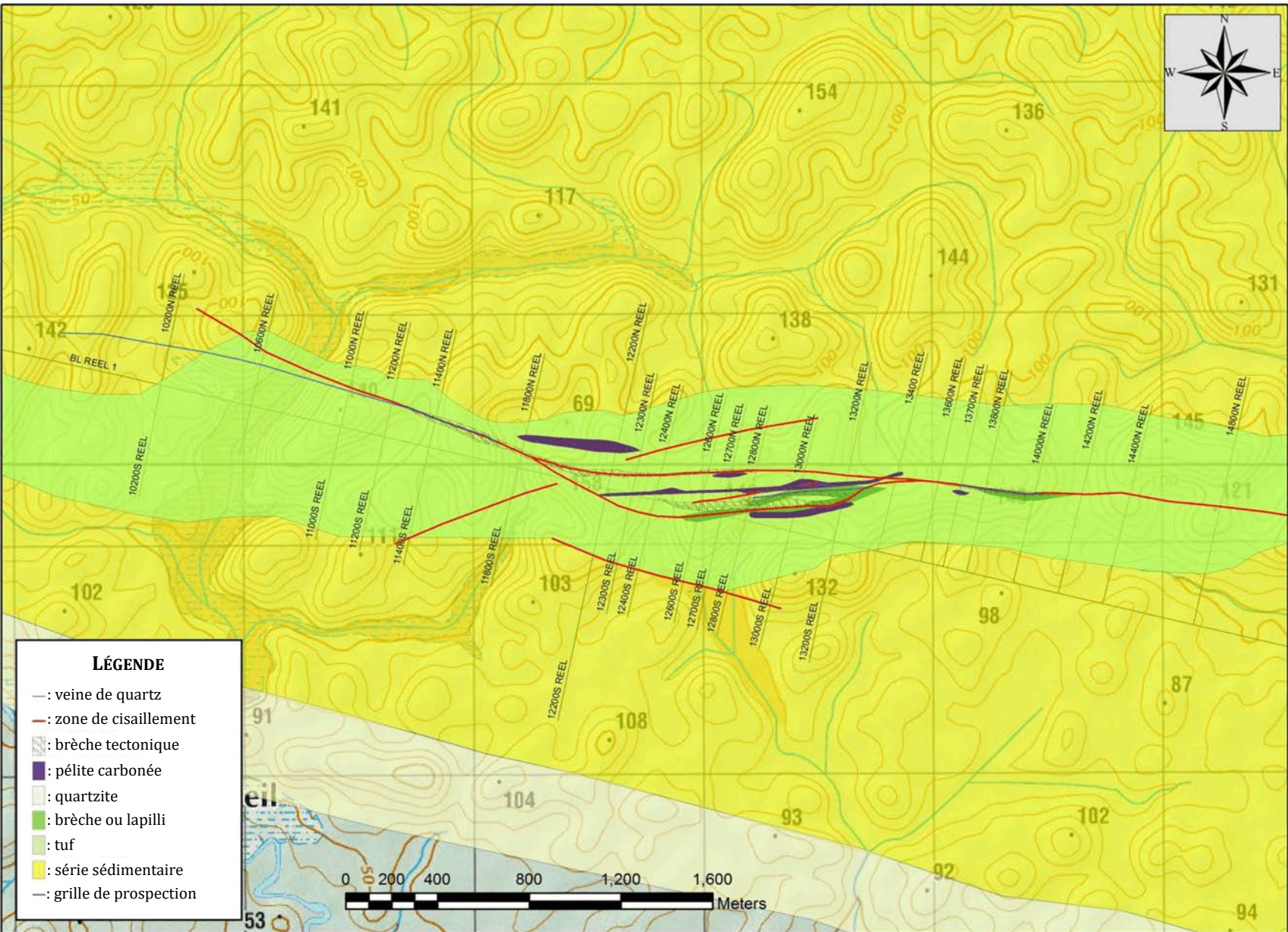
- **tuf** (fragments de moins de 2 mm) ;
- **lapilli** (2 à 30 mm) ;
- **brèche volcanique** (plus de 30 mm).

Les clastes, hétérogènes, **mal triés** et **sub-anguleux**, y sont pris dans une matrice **volcanogénique fine** (présence de feldspaths/plagioclases et de quartz). La présence occasionnelle de **clastes anguleux carbonés** remaniés dans les brèches permet de dire que le mode de transport de ces dépôts est gravitaire et marin (*débris-flow, slump*).

Des niveaux volcaniques, laves andésitiques mésocrates présentant de nombreux plagioclases, sont également observés au sein de cette unité. Ces bancs ne présentent pas une continuité ni une puissance suffisantes pour être représentés sur la carte.

L'affleurement volcanoclastique, largement dominé par le tuf, se présente sous la forme d'une bande allongée selon une direction globalement Est-Ouest. Elle s'oriente N120SE dans la zone occidentale, avec une flexure la redressant en N100NE dans la zone orientale. L'orientation de l'unité orientale a été interprétée grâce aux observations géologiques sur la Mana et la crique Pouget.

Les lapillis et les brèches volcaniques sont présents sous la forme de lentilles allongées selon ces mêmes directions



A cœur de la zone cartographiée affleurent également des lentilles, allongées Est-Ouest, de **pélite carbonée**.

❖ Séries sédimentaires

Deux séries sédimentaires sont présentes de part et d'autre de l'unité volcano-clastique, soulignées par des signatures géophysique et géochimique différentes.

Au Nord se trouvent des roches de faciès argileux alternant avec des faciès silteux. La présence d'argile carbonée (pélite sombre) et l'absence de minéraux d'origine ignée dans ces roches prouvent une origine détritique. De plus, certaines roches carbonées présentent un granoclassement positif avec une polarité Nord.

Au Sud, la série présente beaucoup moins de niveaux carbonés. Elle est également composée d'une alternance entre des niveaux argileux et argilo-silteux. Ces sédiments présentent à l'affleurement, sous forme saprolitisé, des teintes allant du jaune au rouge. Cette série est massive et assez homogène.

Un niveau de 200 mètres de puissance de **quartzite**, orienté N110, est présent au Sud du PER. Il s'agit d'un quartzite gris-vert sériciteux à grains de quartz anguleux et grossiers (entre 1 et 2 mm de diamètre maximal), et à feldspaths occasionnels type plagioclases. Celui-ci peut parfois avoir une granulométrie plus fine, mais présente toujours une différenciation des ferromagnésiens, qui marquent un léger rubanement.

Cette série affleure massivement à Saut Dalle, où le banc de quartzite est franchi par la Mana.

Au sein des formations volcanoclastiques affleurent également des lentilles très allongées de **brèche tectonique**. Celles-ci sont caractérisées par des **recoupements de veines de quartz** (blanc laiteux à bleu translucide, souvent bréchifiées, centimétriques à pluri-décimétriques), des circulations à oxydes de fer et la fracturation des clastes et de l'encaissant avec un faible transport. Ces zones de déformation sont souvent accompagnées de niveaux graphiteux très déformés. Elles sont également bordées dans certains cas par des faisceaux pluri-métriques de veines de quartz.

La disposition des brèches tectoniques est **contrôlée par les zones de cisaillement** [Cf. 2.3.1.2].

2.3.1.2 Géologie structurale

❖ Zones de cisaillement

Des **zones de cisaillement** (*shear zones* ou *shears*) ont été identifiées par des observations pétrographiques de déformation ductile (boudinement de quartz, étirement ou alignement de clastes...) ou cassante (discontinuité, fracturation de clastes...) caractéristique.

Elles se situent principalement dans l'unité volcanoclastique et suivent, pour certaines, la flexure régionale cartographiée par la schistosité.

Les forages carottés, les cartes de polarisation inversée (résistivité, chargeabilité et potentiel initial), les interprétations d'anomalies géochimiques sols et les observations d'affleurements mettent en valeur les structures majeures de cisaillement.

La déformation principale se situe dans l'unité volcanoclastique. Les zones de fortes déformations sont toujours accompagnées de niveaux très carbonés. En effet, une forte quantité de graphite est visible dans les zones de cisaillement et à leurs épontes (graphite et nodules graphiteux), ainsi qu'associée aux veines et veinules de quartz.

Les *shears* et brèches tectoniques présentent différentes orientations entre la partie occidentale et orientale du permis :

- dans la **zone occidentale** de 1 500 mètres au minimum d'extension, les forages et les données de terrain montrent que les déformations ductiles/cassantes s'orientent N120°, avec un pendage proche de la verticale oscillant entre NW et SE. Le vecteur moyen des projections polaires a une direction N32° et un plongement de 07° ;
- dans la **zone orientale**, s'étendant sur plus de quatre kilomètres, la schistosité est au N99°, 81° Sud. La déformation principale suit également cette direction. Les pendages de foliation se verticalisent dans cette zone. Le schéma structural semble simplifié avec une seule zone de déformation ;
- dans la **zone centrale**, de 1 500 mètres d'extension E-W, les schistosités mesurées comprennent des valeurs des 2 domaines décrits précédemment. Le corridor de cisaillement principal Est-Ouest se diverticule en 2 branches au moins et tourne de N20° à l'intersection avec un cisaillement secondaire N75-90°. A ce point de flexure, une inclinaison de quelques degrés du cisaillement principal, qui se ferme à la limite Est du domaine central, peut être observée. De plus, il est possible de constater, grâce aux interprétations géophysiques, la présence d'une faille de direction N120°, sub-verticale au Sud de l'unité volcano-clastique. Celle-ci souligne un contact discordant avec l'unité sédimentaire Sud.

La projection stéréographique de la schistosité a montré qu'une flexure s'opère dans cette zone. De plus, la schistosité mesurée dans le forage W-16-54 montre une forte variabilité des orientations de cisaillement (mesures prises sur carottes orientées).

L'ensemble de ces données a mené à interpréter le domaine central comme un domaine de flexure régionale entre les domaines adjacents. Cette interprétation est confirmée par d'autres éléments tels que la géométrie de la minéralisation dans ce domaine.

2.3.2 Modèle gîtologique de la minéralisation aurifère de Wayamaga

Les données cumulées de prospection **ont permis à NEWMONT LASOURCE d'établir un modèle gîtologique de mise en place de la minéralisation aurifère** de Wayamaga. Ce travail s'est appuyé sur l'ensemble des observations décrites auparavant dans ce chapitre, et plus particulièrement les données de sondages collectées par NEWMONT LASOURCE pour le compte d'ARMINA (3 027 m de carottes prélevés au niveau de 24 trous de forage) et sur l'étude pétrographique des lames minces sous-traitée à CLM PETROGRAFIA LTDA.

La compréhension de ce modèle reste à ce jour incomplète d'un point de vue structural. Ce manque d'information est lié à la difficulté d'orienter les carottes dans l'épaisse couche de saprolite qui caractérise la zone d'étude (80 mètres de puissance moyenne).

Les données chronologiques concernant les événements minéralisateurs sont également délicates à appréhender sur l'ensemble de la zone d'étude puisque seulement 3 lames minces ont été analysées en lumière réfléchie.

Toutefois, certaines corrélations sont possibles entre les travaux de NEWMONT LASOURCE et certains modèles théoriques de zone de cisaillement (*shear zones*).

2.3.2.1 Association minéralogique

Par ordre de fréquence, les **associations minéralogiques liées à l'or** rencontrées sur le site de Bon Espoir sont les suivantes :

- or associé aux **sulfures** ;
- or associé aux **veines de quartz** ;
- **or associé aux veines de quartz et sulfures** ;
- or associé aux **carbonates** ;
- or associé à la **tourmaline**.

Les teneurs moyennes en or sont significativement différentes pour chacune des associations décrites. L'or présent est également représenté sous différentes formes, en fonction des minéraux auxquels il est associé :

- **or minéralogique**, associé souvent à l'arsénopyrite et présent dans certaines veines de quartz ;
- **or pépitique**, associé uniquement aux veines de quartz bréchique avec circulation d'oxydes de fer ;
- **or disséminé** dans la maille cristalline de certains sulfures.

Ces observations indiquent que différents événements minéralisateurs ont formé le gisement actuel.

2.3.2.1.1 Association sulfures et or minéralogique

Les **sulfures** sont visibles aussi bien dans la saprolite, sous forme d'oxydes, que dans la roche fraîche. Ils s'observent sous formes de veines, de cristaux disséminés ou centrés aux épontes de veines de quartz.

Le tableau ci-après présente les teneurs moyennes en or des échantillons contenant des sulfures en fonction du type d'association minéralogique observé.

Association minéralogique sulfurée	Nombre d'échantillons	Moyenne des teneurs échantillons (g/t Au)
Pyrrhotite	4	0,04
Pyrite	188	0,18
Arsénopyrite	49	0,26
Arsénopyrite + pyrite	114	0,33
Chalcopyrite + pyrite + arsénopyrite	33	0,42
Pyrrhotite + pyrite+ arsénopyrite	28	0,65

Ces résultats indiquent que les échantillons qui présentent une association de sulfures ont tendance à être plus concentrés en or que ceux ne présentant qu'un type de sulfure. La pyrrhotite est très peu présente vis-à-vis des autres sulfures. Elle est cependant faiblement minéralisée.

Les études de lames minces de CLM PETROGRAFIA indiquent que la pyrrhotite serait synchrone au dépôt de la chalcopryrite et de la sphalérite (non observée à l'œil nu). La mise en place de ces sulfures serait post-métamorphique dans les roches de nature volcanique et les veines de quartz.

Les observations montrent que la pyrrhotite se pseudomorphose dans le quartz, ce qui implique une mise en place tardive des sulfures [Cf. Figure 13, photo A.]. L'or n'étant pas visible dans cette lame mince, il est possible qu'il soit disséminé dans les sulfures mais, cette hypothèse n'a à ce jour pas encore été validée. Les essais de cyanuration sur 74 échantillons de saprolite analysés au laboratoire LAKEFIELD RESEARCH révèlent la présence d'or réfractaire associé aux sulfures [Cf. 2.1.3].

Les résultats présentés dans le tableau ci-avant mettent également en évidence le fait que les sulfures combinés à l'arsenic ont tendance à être plus riches en or que les autres associations. L'observation des lames minces a permis de révéler l'association entre or minéralogique et minéraux d'arsénopyrite [Cf. Figure 13, photo B.].

Les associations hétérogènes de sulfures sont généralement un indicateur de faible anomalie aurifère, mais il ne s'agit toutefois pas d'une règle absolue. Des échantillons contenant des sulfures comme la pyrite ont été analysés en laboratoire et indiquent une absence d'or. Cette dernière constatation suggère différents épisodes de dépôts de sulfures.

Les analyses de lames minces réalisées par CLM PETROGRAFIA indiquent qu'au moins **3 épisodes de sulfures** sont identifiables dans l'ordre chronologique suivant :

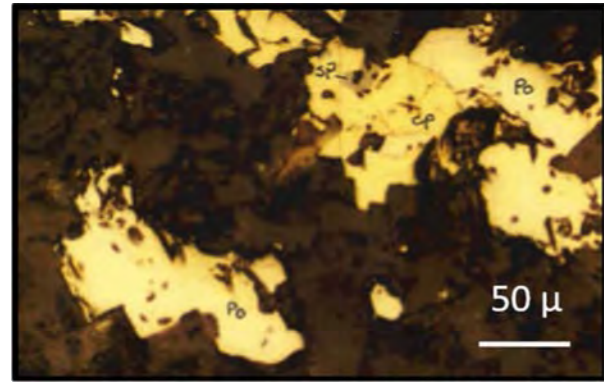
- pyrrhotite-chalcopryrite-sphalérite-pyrite : association faiblement aurifère ;
- **arsénopyrite : association fortement aurifère ;**
- pyrite-pyrrhotite : association faiblement aurifère.

Les observations effectuées sur les forages révèlent que, lorsqu'un évènement tectonique (brèche/zone de cisaillement) est associé à des sulfures précoces [Cf. Figure 13, photos C. et D.], cela augmente considérablement les probabilités d'association avec l'or. Ce phénomène est lié à un facteur d'enrichissement pouvant se produire lors d'une activité métamorphique ou par apport de fluide.

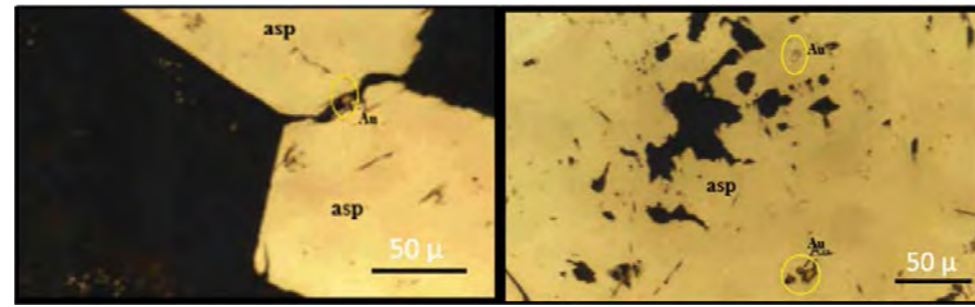
2.3.2.1.2 Association or et quartz

Sur l'ensemble des forages **la relation entre quartz et or est clairement visible**, elle a d'ailleurs servi comme guide pour la modélisation. Des distinctions entre différents types de veines avec des teneurs moyennes variables en or peuvent être classées tel que présenté dans le tableau ci-après.

Catégorie de veine étudiée	Nombre d'échantillons concernés	Teneur moyenne g/t Au
Ensemble des veines > 10 cm	158	1,04
Veine de quartz bréchique	58	1,87
Veine de quartz dans <i>shear</i>	12	0,86
Veine de chert	10	0,28



A. Étude de lame mince par lumière réfléchie présentant de la pyrrhotite (Po), sphalérite (Sp) et chalcopyrite (Cp) dans une gangue de quartz



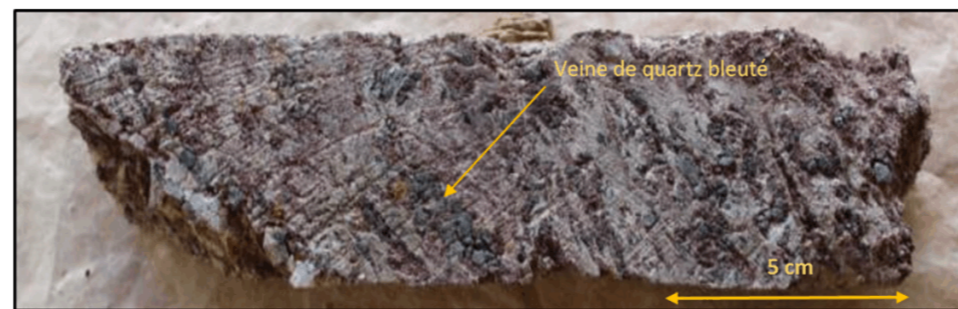
B. Étude de lame mince par lumière réfléchie présentant des grains d'or (Au) en relation étroite avec l'arsénopyrite (asp)



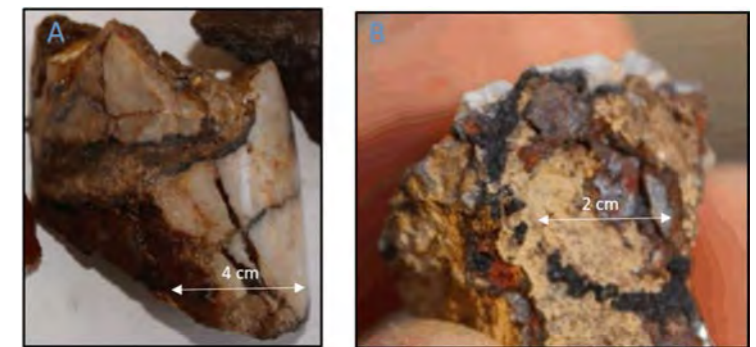
C. Dépôts de sulfures en relation avec le plissement d'une veine de quartz (forage: W-16-57, profondeur: 113m)



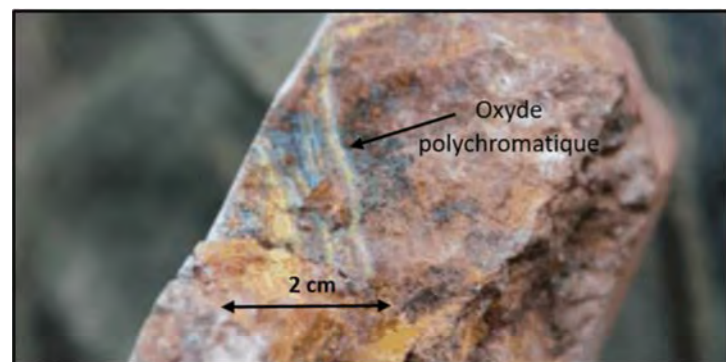
D. Dépôts de sulfures orientés dans le sens de la déformation ductile (forage: W-16-57, profondeur: 112 m)



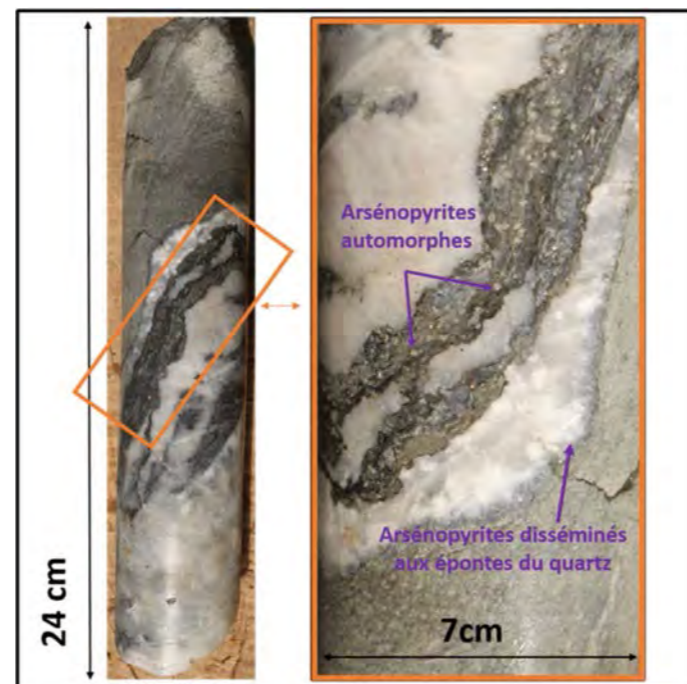
E. Veine de quartz bleutée dans une zone de cisaillement forage: W-16-57, profondeur: 113m)



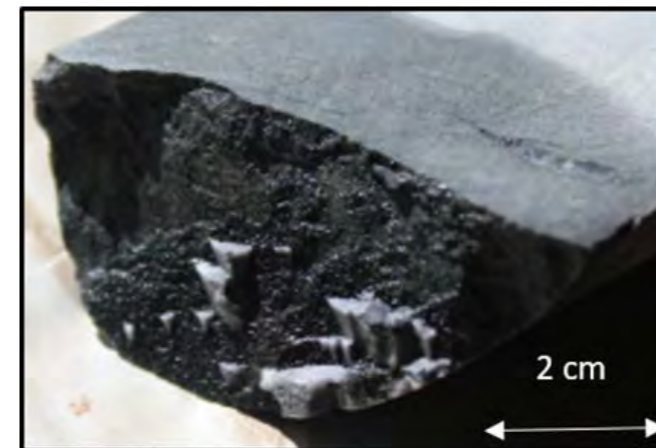
F. Veine de quartz bréchique avec circulation d'oxydes et hydroxydes de fer (A) et or pépitique associé (B) (forage: W-15-36, profondeur: 88.3 m)



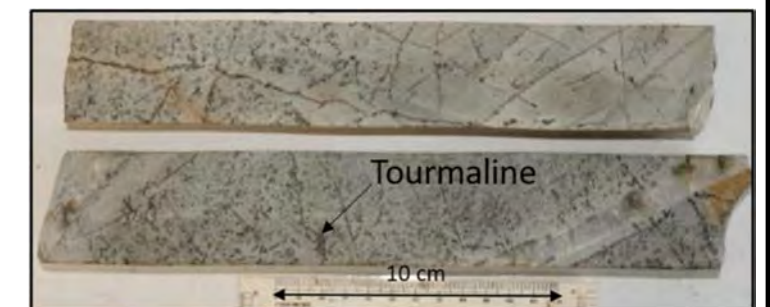
G. Oxydes polychromatiques irisés sur une veine de quartz bréchifié (forage: W-16-57, profondeur 87m)



H. Observation d'arsénopyrite aux épontes d'une veine de quartz (forage: W-16-61, profondeur: 140 m)



I. Présentation de minéraux carbonatés (ankérite) visible dans le forage W-15-4



J. Présence de tourmalines infra-millimétriques dans les plans de fracturation ou disséminées sous forme de mouchetages dans la roche (forage: W-15-36, profondeur: 105-111m)

Les veines de quartz ont dans l'ensemble de fortes teneurs en or vis-à-vis des autres associations minéralogiques observées.

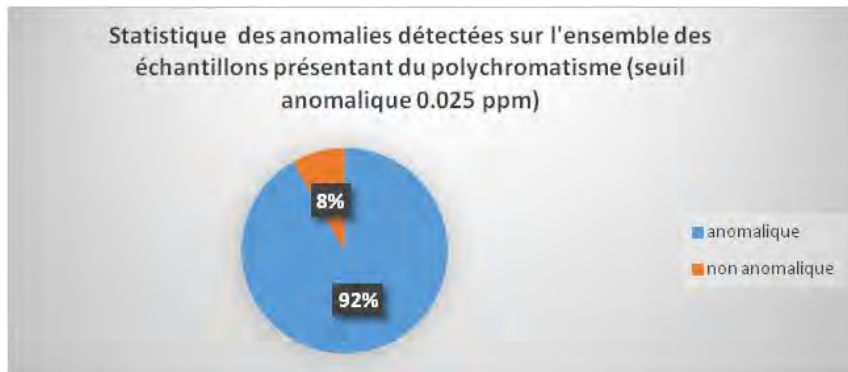
Certaines veines sont contemporaines de la déformation ductile. Elles présentent une couleur noire-bleutée. L'or associé est sous forme minéralogique, mais se présente rarement sous forme pépitique [Cf. Figure 13, photo E.].

De rares veines de quartz saccharoïde bleu sombre à noir présentent de très nombreuses fracturations. La cassure de ces veines n'est pas conchoïdale et s'effrite très facilement. Cette famille de veines est dénommée « **chert** ». Elle présente un intérêt mineur dans le rôle de dépôt et remobilisation de l'or. La teneur moyenne de l'ensemble des veines de chert est de 0,28 g/t Au.

D'autres veines de quartz saccharoïde ou grossièrement cristallisé de couleur blanche laiteuse sont fréquentes. Les teneurs en or y sont très variables. A noter que les veines blanches laiteuses et bréchifiées, avec des circulations d'oxydes et d'hydroxydes de fer, se distinguent des autres veines par leurs fortes teneurs aurifères. L'or observé dans ce type de veine est souvent sous forme pépitique grossière [Cf. Figure 13, photo F.].

Les veines aurifères de quartz bréchifiées avec circulation d'oxydes et hydroxydes de fer présentent très régulièrement des oxydes polychromatiques irisés qui ne sont observés que dans ce type de veines [Cf. Figure 13, photo G.]. L'origine supergène de ces oxydes est très probable.

Le graphique ci-après indique que l'observation de ces **oxydes polychromatiques** dans les forages est **presque systématiquement associée à une anomalie aurifère**.



La **teneur en or moyenne** sur l'ensemble des 51 **échantillons contenant des oxydes de fer polychromatiques** est de **1,4 g/t Au**, dont 6 échantillons supérieurs à 5 g/t Au.

Ces oxydes n'étant observables que dans un type de veine, ils doivent probablement être le résultat d'altération météorique issue d'un chimisme particulier de veines qui caractérise cette famille. Des fortes concentrations en arsenic peuvent conduire à la formation de ce type d'oxydes. Le transport de l'eau météorique dans ces veines est également facilité par les nombreux plans de fractures créés lors de la bréchification de ces veines.

D'après une A.C.P (Analyse en Composantes Principales, ici méthode de Pearson) réalisée sur l'ensemble des échantillons contenant des oxydes de fer polychromatiques, l'or est corrélé avec les éléments chimiques suivants :

- l'argent (coefficient de corrélation de 0,365) ;

- le chrome (0,314) ;
- l'antimoine (0,471) ;
- le tellure (0,435) ;
- le zirconium (coefficient d'anti-corrélation de -0,351).

Une interprétation possible de ces résultats est que **la phase à sulfures apporte l'or et un cortège d'autres métaux tels que l'argent.**

2.3.2.1.3 Association quartz, sulfures et or

L'association **quartz-sulfures-or** est **uniquement visible dans la roche saine**. De nombreuses arsénopyrites aciculaires se positionnent aux épontes des veines de quartz [Cf. Figure 13, photo H.]. Cette association est d'ordre majeure car elle caractérise une grande partie de la zone cible Wayamaga. En effet, **l'or minéralogique est associé à l'arsénopyrite.**

Malgré son importance de premier ordre dans la mise en place de la minéralisation sur la zone d'étude, l'observation des sulfures avec le quartz est rare dans la saprolite. L'altération météorique intense de la zone d'étude lessive les sulfures, ne laissant apparaître que du quartz et des oxydes et hydroxydes de fer. L'origine des oxydes et hydroxydes de fer dans les veines de quartz bréchifiées décrites précédemment peut provenir d'anciens sulfures ayant subi une altération supergène. Cette hypothèse concernant l'origine supergène des oxydes et hydroxydes de fer dans les veines est discutable, car il peut également provenir d'hydrothermalisme. Cette distinction reste encore à ce jour à déterminer.

L'association majeure quartz-sulfure-or ne concerne pas l'intégralité des zones à teneur aurifère anormale du PER. La comparaison entre le modèle des teneurs aurifères supérieures à 0,15 g/t Au, avec celui du modèle de veines de quartz supérieur à 4 % par échantillon, souligne cette distinction. Ce phénomène est observable au Nord du gisement.

2.3.2.1.4 Association carbonates et or

Différentes formes de **carbonates** sont visibles sur l'ensemble des forages. Ils ne sont observables que **dans la roche saine** et peuvent être sous forme disséminée, de phénocristaux [Cf. Figure 13, photo I.] ou de veine.

Les carbonates sont uniquement visibles dans la roche saine car l'altération météorique agit comme dissolvant. La limite de stabilité caractérisée par la transition saprolite-roche saine est en moyenne à 80 mètres de profondeur sur l'ensemble des forages.

Les teneurs aurifères moyennes associées aux différentes formes de carbonates sont résumées dans le tableau ci-après.

Type de minéralisation carbonaté	Nombre d'échantillons	Teneur moyenne (g/t Au)
Phénocristaux de carbonates	29	0,05
Carbonate disséminé dans la roche	54	0,50
Veine de carbonate	118	0,12

Les échantillons contenant des carbonates disséminés dans la roche présentent des **teneurs modérées en or**. L'association minéralogique entre carbonates disséminés et or reste à ce jour incertaine. En effet, sur une population de 54 échantillons contenant des carbonates disséminés, 7 ne contiennent pas de sulfures. La moyenne de teneur en or de ces échantillons sans sulfures n'est que de 0,4 g/t Au.

L'origine de ces carbonates disséminés peut relever plus d'une caractéristique pétrographique de la roche que d'une altération hydrothermale associée à l'or.

2.3.2.1.5 Association tourmaline et or

L'observation de la **tourmaline** sur l'ensemble des forages de NEWMONT LASOURCE est peu fréquente. Néanmoins, sur le forage W-15-36, il apparaît une relation évidente avec celle de l'or.

Ce forage présente des sulfures en traces de l'ordre de 0,1 % du volume de roche (pyrite, chalcopryrite, arsénopyrite), disséminés et concentrés aux épontes de certaines veines de quartz tout au long du forage, avec des concentrations aurifères relativement faibles de l'ordre de 0,02 g/t Au.

De 105 à 111,5 m, la tourmaline apparaît de façon abondante dans les plans de fracturation de la roche [Cf. Figure 13, photo J.]. Les analyses en laboratoire indiquent une **concentration moyenne en 2,44 g/t Au dans cet intervalle**. La quantité de sulfures accroît significativement avec un pourcentage du volume de roche de l'ordre de 2 % pour la pyrite, 2 % pour l'arsénopyrite, 0,25 % pour la chalcopryrite et 1 % pour la pyrrhotite. De plus, l'arsénopyrite prend son habitus aciculaire à proximité de la tourmaline, contrairement au reste du forage où elle conserve son habitus trapu.

2.3.2.2 Altérations hydrothermales

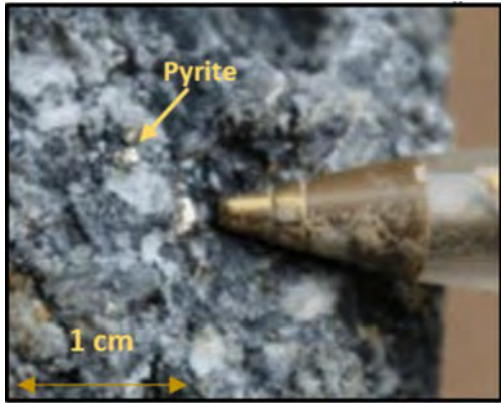
Plusieurs types d'**altérations hydrothermales** se surimposent au niveau de la zone cible Wayamaga. L'ordre de grandeur de ces altérations, ainsi que leur relation avec l'apport ou la remobilisation d'or sur la zone d'étude, sont variables en fonction de leur nature.

La **première altération** à se mettre en place est régionale, il s'agit de la **chloritisation**, qui est observable sur la plupart de la ceinture volcano-sédimentaire du Précambrien du bouclier Guyanais. L'altération chloritique est **liée au métamorphisme régional de faciès schiste vert** affectant cette série.

D'autres altérations kilométriques sont localisées le long des couloirs de cisaillement majeurs comme la **silicification**, la **séricitisation**, la **carbonatation** ou la **sulfuration**. Les dernières, plus ponctuelles, sont d'envergure décamétrique comme la **tourmalinisation** ou l'altération type « **white clay** ».

Les principales altérations hydrothermales associées à l'or sont présentées ci-après par ordre de fréquence d'après les observations de forage :

- La **sulfuration**, se produisant lors de différents stades, peut être disséminée dans la roche, sous forme de cristaux automorphes ou sous forme massive en veines [Cf. Figure 14, respectivement photos A. et B.].



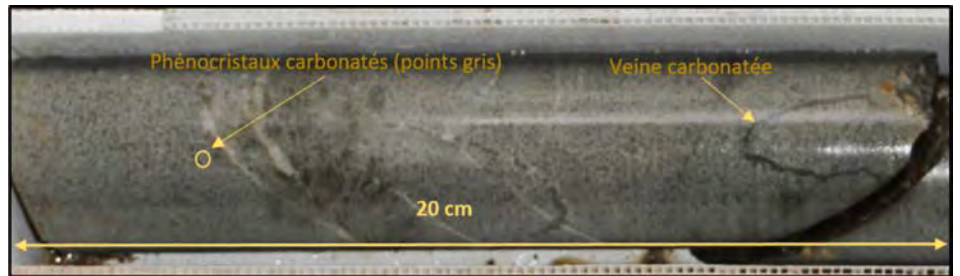
A. Présence de pyrite automorphe
(forage: W-16-51, profondeur: 75.7m)



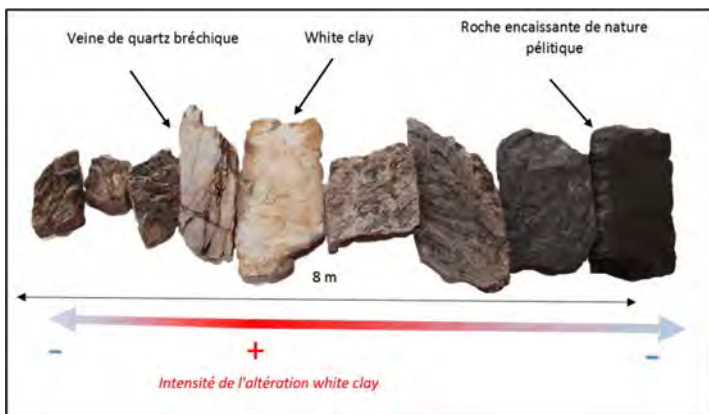
et d'arsénopyrite automorphe
(forage: W-15-49, profondeur: 149.5m)



B. Veine de pyrite (forage: W-16-57
profondeur: 112.5m)



C. Carotte dans la roche saine révélant la présence de minéraux et filons constitués de carbonates (forage W-15-35, profondeur: 72m)



D. Illustration d'une zone d'altération type "white clay"
(forage w-16-57, profondeur : 95 m)



E. Tourmaline située au niveau d'un plan de fracturation (forage: W-15-38, profondeur: 48.5m)

La pyrite est associée à au moins deux stades de sulfuration :

- stade de sulfuration précoce : la pyrite est **xénomorphe** dans les plans de fracture de la déformation ductile ou dans la schistosité [Cf. Figure 14, photo B.] ;
- stade de sulfuration tardif : la pyrite est de taille millimétrique, **automorphe** et disséminée dans la roche [Cf. Figure 14, photo A.]

L'arsénopyrite est également associée à au moins deux stades de sulfuration :

- l'arsénopyrite est de taille pluri-millimétrique et **automorphe** dans son **habitus trapu**. Sa répartition est disséminée dans la roche [Cf. Figure 14, photo A.] ;
- stade de sulfuration tardif : l'arsénopyrite est de taille infra-millimétrique et **automorphe** dans son **habitus aciculaire**. Sa répartition est généralement localisée aux épontes de veines de quartz [Cf. Figure 13, photo H.]

- La **carbonatation** sous forme de phénocristaux ou en veines [Cf. Figure 14, photo C.] est parfois observable dans la roche saine (80 m de profondeur en moyenne). L'origine des carbonates peut provenir de la rétomorphose des feldspaths lors d'un événement hydrothermal ou métamorphique. Une association entre veines de quartz et carbonates localisés sur ses épontes est également fréquente.
- Une zone d'altération de type « **white clay** », très localisée aux niveaux des épontes de certaines veines de quartz [Cf. Figure 14, photo D.]
- Une **tourmalinisation** qui se situe très localement sur les plans de fracturation de la roche [Cf. Figure 14, photo E.]

2.3.2.3 Proposition de modèle gîtologique

L'**anomalie aurifère de Wayamaga**, initialement révélée par les données géochimiques de surface, est **spatialement corrélable avec** la lithologie de nature **volcanoclastique**, la **déformation principale** ainsi que le **corridor de cisaillement**. Ces éléments d'interprétation indiquent la typologie de la cible aurifère comme un **gisement de type orogénique**.

Les *shear zones* aurifères présentent généralement une genèse polyphasée. **Trois stades principaux** concernant l'apport et la remobilisation de l'or peuvent être distingués :

- un stade précoce, à **or disséminé** dans les sulfures ;
- un stade intermédiaire, à **or fin minéralogique** ;
- un stade tardif, à **or pépitique ou remobilisation (météorique ou non)**.

Ces différents stades traduisent la maturation progressive des zones de cisaillement aurifères en relation étroite avec les différents états de contraintes qui les font jouer.

2.3.2.3.1 Stade précoce de cisaillement

Le **stade précoce de cisaillement** correspond au développement de la zone de cisaillement. Insérées dans des couloirs tectoniques d'importance régionale, les zones de déformation ductile affectent les roches sur des puissances hectométriques et des extensions déca-kilométriques [Cf. Figure 15].

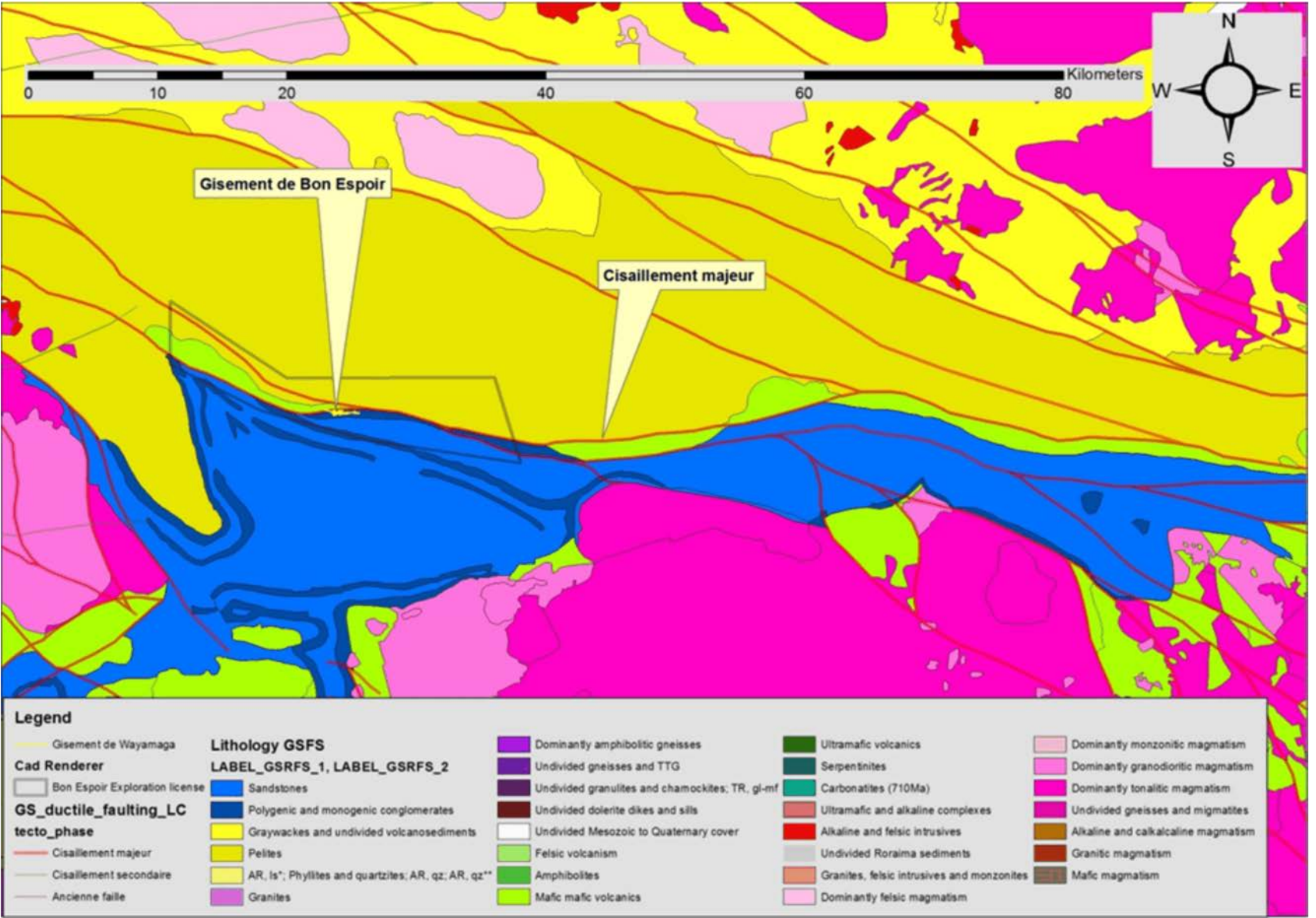


Figure 15

« Il se forme ainsi des structures tectoniques de type mylonite, servant de drains aux fluides hydrothermaux d'origine magmatique ou métamorphique. [...] »

Dans la majorité des gisements type zone de cisaillement, la première fixation de l'or se produit dans le réseau cristallin de la pyrrhotite qui constitue le premier sulfure aurifère à se mettre en place. La capacité de stockage de l'or disséminé dans la pyrrhotite est de 30 ppm. Au cœur de la zone de cisaillement, la pyrrhotite est déstabilisée libérant ainsi l'or qui intègre le réseau de la pyrite et arsénopyrite. A ce stade, l'or ne trouve pas d'expression minéralogique »

(M. BONNEMAISON et al, 1987).

Dans la zone d'étude, cette première phase n'a pas pu être caractérisée, les analyses microsonde dans les sulfures n'ayant pas encore été réalisées. Cependant, les études minéralogiques de CLM PETROGRAFIA présentent la pyrrhotite comme l'un des premiers sulfures à se mettre en place, avec la sphalérite et la chalcopryrite après le métamorphisme régional. Ce **scénario de première concentration de l'or au sein de la pyrrhotite** est donc envisageable.

La source de l'or est quant à elle plus difficile à appréhender. Les roches encaissantes, de nature péritique, traduisent un environnement marin distal. Ce cadre est propice à la sédimentation de sulfures en infime proportion. Un évènement métamorphique régional dans ce type de milieu serait susceptible de reconcentrer l'or disséminé dans ces sulfures dans de nouveaux sulfures post-métamorphiques, de façon plus localisée dans des structures favorables.

Une autre origine envisageable serait celle d'un apport de fluide magmatique.

2.3.2.3.2 Stade intermédiaire de cisaillement

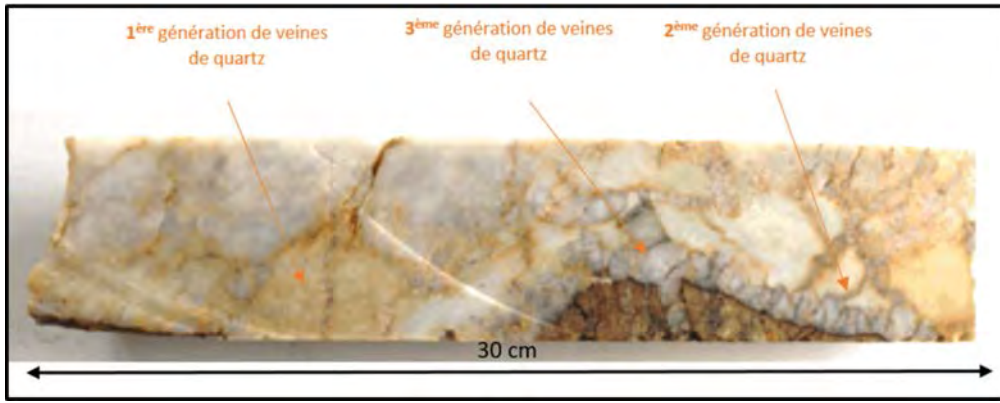
« Ce stade correspond à un régime cassant en contexte compressif ou distensif. Le fonctionnement de la zone de cisaillement crée des ouvertures entraînant la mise en place de filons de quartz blanc laiteux. Lorsque ces différents corps filoniens sont rebroyés par la poursuite de l'activité tectonique de la zone de cisaillement, se développent par bréchification des faciès pièges, tel que le quartz micro-saccharoïde [1^{ère} génération sur la Figure 16, photo A.]. La microporosité créée dans le quartz joue alors un rôle de réservoir pouvant capter la minéralisation aurifère minéralogique.

L'or est libéré par la déstabilisation des sulfures aurifères durant le stade précoce. Il est alors déplacé puis fixé dans les faciès pièges par les fluides drains générés par la zone de cisaillement. Cet or est généralement très fin (quelques micromètres) et peu argentifère. »

(M. BONNEMAISON et al, 1987).

La **faible occurrence de pyrrhotite** observée dans les forages montre que ce stade intermédiaire est susceptible de **remobiliser les sulfures en pyrite, chalcopryrite et arsénopyrite**.

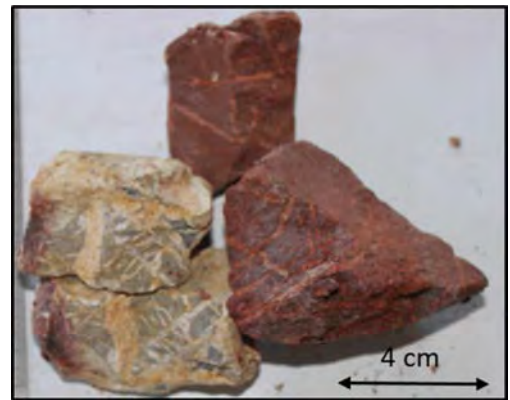
L'addition d'un évènement tectonique de type cassant, lors du stade intermédiaire, à celui de type ductile, au stade précoce, est observable dans les forages réalisés par NEWMONT LASOURCE [Cf. Figure 16, photo B.].



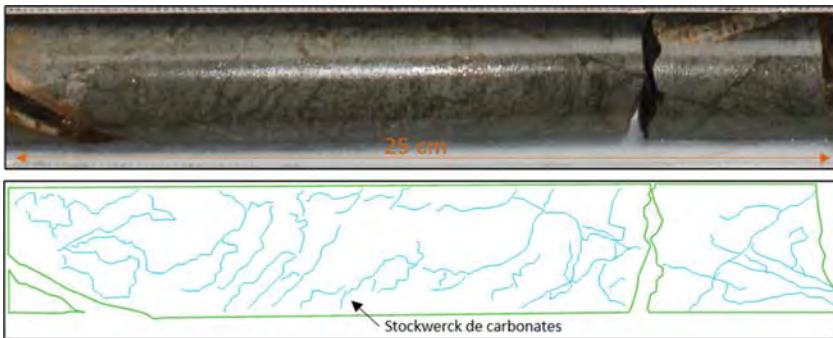
A. Surimposition de 3 générations de veines de quartz observées (forage; W-15-38, profondeur: 87m)



B. Carotte du forage W-15-49 montrant un premier stade tectonique ductile (*shear*) puis un deuxième stade de déformation cassante (brèche)



C. Stockwerck de quartz observé dans le forage W-15-37



D. Stockwerck de carbonate (forage W-15-49, profondeur:134.5m)



E. Veinules de graphite traversant une roche de nature pélitique (forage W-16-57, profondeur: 115m)

2.3.2.3.3 Stade tardif de cisaillement

« Ce stade correspond à une ouverture en domaine cassant qui se traduit par la formation de nombreuses veines de quartz [Cf. Figure 16, photo B.] ainsi que de carbonates [Cf. Figure 16, photo C.]. Ceci provoque la remobilisation in situ des minéralisations aurifères des stades précédents. Ce phénomène s'accompagne d'une pépétisation de l'or qui peut alors former des particules pluri-millimétriques associées à l'argent, métal emprunté aux fluides plombo-zincifères fréquemment responsables de cette remobilisation »

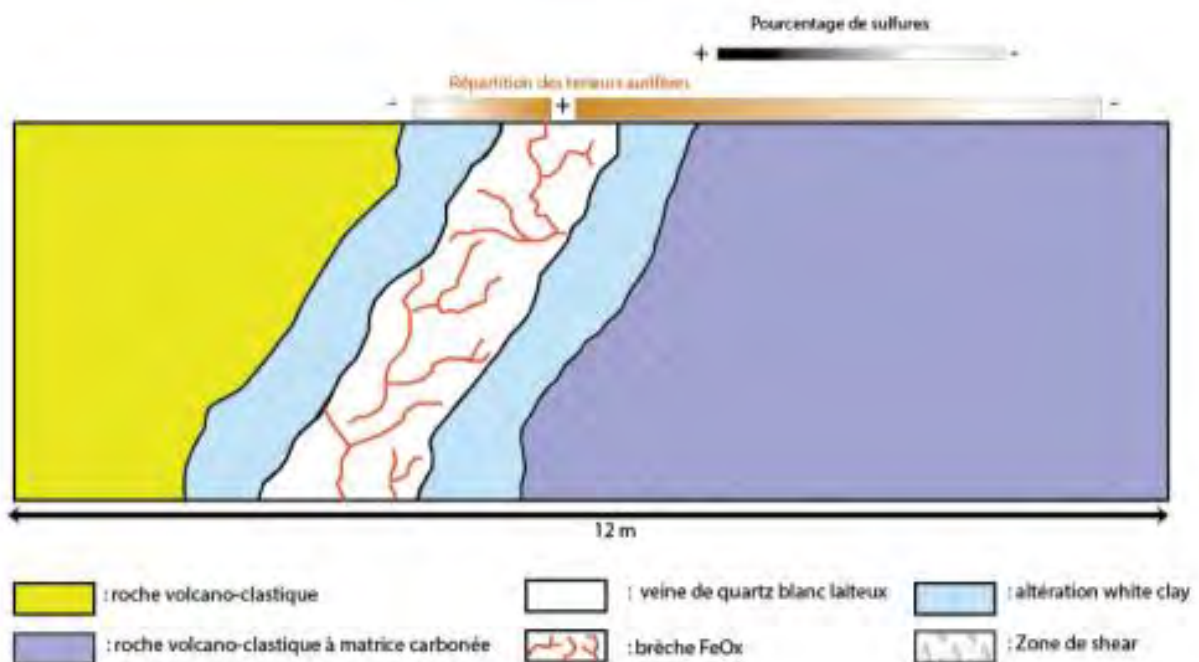
(M. BONNEMAISON et al, 1987).

2.3.2.3.4 Importance de la lithologie dans la mise en place du système de shear zone

Le comportement mécanique des roches des séries encaissantes est primordial dans le contrôle du style des ouvertures ménagées aux stades intermédiaires et tardifs. Suivant les cas, il peut se former des minerais de type filonien, dont la nature est aussi un reflet du chimisme des séries encaissantes.

Ce constat est confirmé sur la cible Wayamaga. Il apparaît que les veines de quartz ainsi que la déformation se positionnent préférentiellement au niveau de contacts lithologiques, tandis que, dans les épaisses séries de tuf imperméables, la déformation semble moins présente.

Le forage W-16-57 constitue un bon exemple de l'importance du rôle mécanique et chimique de l'encaissant en ce qui concerne le dépôt de la minéralisation aurifère, comme illustré dans le schéma ci-après.



Forage W-16-57, profondeur : 85,4 m

Dans ce forage, la minéralisation est de 1,59 g/t Au sur 2 mètres au niveau d'une veine de quartz bréchifiée qui se positionne au contact de deux unités lithologiques. Les sulfures et l'or disséminé migrent préférentiellement dans les couches carbonées. Ces couches ont subi une **graphitisation** lorsque la déformation ductile a traversé les pélites, et constituent des **pièges chimiques réducteurs où l'or peut se fixer**.

En conclusion, la **minéralisation aurifère** s'est mise en place de façon certaine au stade intermédiaire, lors d'un **épisode de sulfuration arsénifère**. Chaque épisode de broyage, accompagné d'une **circulation de fluides hydrothermaux** qui se produit dans la zone de cisaillement précoce, est un facteur d'**enrichissement en or** de cette structure. A l'inverse, chaque phase d'ouverture avec apparition de **filons ou veines de quartz**, est un facteur de **redistribution de la minéralisation**.

« Toutes ces phases ont un rôle majeur pour former de l'or minéralogique au stade intermédiaire et de l'or pépitique au stade tardif. »

La **zone de cisaillement aurifère de Wayamaga**, qui contient de l'or pépitique ainsi que des réseaux de fracturation type stockwercks, présente une **bonne maturation du système cisailant**. De ce fait, elle est associée à un **potentiel économique** plus intéressant qu'une zone de cisaillement au stade précoce.

3. JUSTIFICATION DE LA DEMANDE DE TRANSFORMATION DU PER « BON ESPOIR » EN CONCESSION

L'objectif de ce chapitre est de présenter les **arguments techniques et économiques qui justifient la présente demande** de Concession de Bon Espoir selon ses trois paramètres fondamentaux, exposés dans le **Tome 1 : Document Administratif** :

- la **modification du statut du titre minier**, de Permis Exclusif de Recherches à **Concession minière** ;
- la **durée de la demande** de Concession, de **15 ans** ;
- l'**emprise de la Concession** sollicitée, soit l'intégralité des **122,275 km²** du PER actuel de Bon Espoir.

3.1 PRESENCE D'UN GISEMENT EXPLOITABLE

Dans un premier temps, l'objectif de ce paragraphe est de démontrer la présence du gisement aurifère de Wayamaga dont les ressources sont suffisantes pour avoir permis l'élaboration d'un projet d'exploitation à l'échelle industrielle, présenté au **Chapitre 4**.

3.1.1 Estimation des ressources en profondeur

3.1.1.1 Données de base

Le calcul présenté est effectué en l'état des connaissances à date du 20 août 2016. Pour le calcul de l'inventaire minéral hors sub-surface, seules les données de forages carottés ont été utilisées.

Ces données consistent en :

- 58 forages (24 par NEWMONT LASOURCE et 34 par les opérateurs précédents), dont 24 avec une description détaillée ;
- 5 190 m (3 068 m par NEWMONT LASOURCE et 2 122 par les opérateurs précédents) ;
- 4 190 échantillons pour or, dont 2 102 en multi-élémentaire ;
- 58 relevés de direction de surface ;
- 113 relevés de direction pendage dans les forages ;
- 58 relevés de localisation par Garmin® GPS 62 ST, avec extraction de l'altimétrie sur le relevé LIDAR de 2009. Tous les forages précédant 2014 ont été retrouvés sur le terrain et relocalisés avec le même GPS afin d'obtenir un ensemble de données cohérentes.

3.1.1.2 Modélisation

La modélisation de la géométrie du gisement a été définie par plusieurs critères structuraux et la densité de veines de quartz.

Un **premier corps géologique** comprend toutes les **zones comportant plus de 4 % de quartz** [Cf. Figure 17]. Ce seuil de 4 % englobe 98 % des échantillons anomaux hors de la surface (assimilée aux 10 premiers mètres). Les directions ont été déduites de l'ensemble des relevés géologiques de surface. La modélisation des corps de tous les objets tridimensionnels s'est effectuée grâce au logiciel LEAPFROG 3D ®.

Une extrapolation à 200 mètres de portée [Cf. Figure 18] à partir du corps déterminé à plus de 4 % de quartz a été effectuée en profondeur afin de ne pas couper artificiellement la minéralisation en profondeur, une bonne corrélation avec les interceptes minéralisés a été confirmée.

Très peu de forages orientés ont pu être réalisés car la plupart ont traversé la minéralisation uniquement en saprolite, ce qui ne favorise pas, techniquement, l'orientation des carottes. Cette enveloppe quartzeuse a permis de guider le modèle tridimensionnel de minéralisation basé sur des composites de 5 mètres systématiques. Cette enveloppe minéralisée a été limitée par les forages carottés et les résultats d'analyses. Aucune extrapolation n'a été effectuée spatialement à plus de 150 mètres d'un résultat de forage carotté.

A l'intérieur de ce modèle de minéralisation, un calcul de type de **krigeage** a pu être effectué avec une ellipse de recherche de 200 mètres (l'espacement entre les forages est souvent de plus de 150 mètres) via le logiciel minier VULCAN ®. Cette méthode de calcul est conservatrice lorsque de l'estimation d'un gisement aussi peu foré.

Un bloc modèle de cellule de base 5 m par 5 m a été développé. Une lithologie unique a été affectée pour l'ensemble du modèle à 3 types de profil régolithique associés à 3 densités différentes [Cf. Figure 19].

Sur cette figure a également été représentée une première enveloppe minéralisée correspondant à une **teneur supérieure à 0,15 ppm Au** (teneur de coupure), couramment utilisée lors des premières phases d'estimation de ressources.

Quelques lentilles de minéralisation ont dû être créées, en plus du 1^{er} corps minéralisé basé sur la proportion de quartz, afin de rendre compte de **minéralisation en saprolite** avec très peu voire pas de quartz.

Les deux types de corps minéralisés sont illustrés en **Figure 20**.

Ce modèle géométrique a permis de définir un **modèle volumétrique et les tonnages respectifs en saprolite, saprock** (lithologie intermédiaire entre la saprolite et la roche saine) **et roche saine** [Cf. Annexe 1].

Des horizons d'altération météorique ont pu être définis d'après les forages carottés. Le peu de forages ayant rencontré la roche ne permet pas d'être très précis. Une modélisation de la limite de saprolite a été faite au plus conservateur. En cas de découverte de saprolite supplémentaire, cela ne pourra être qu'en faveur du modèle économique.

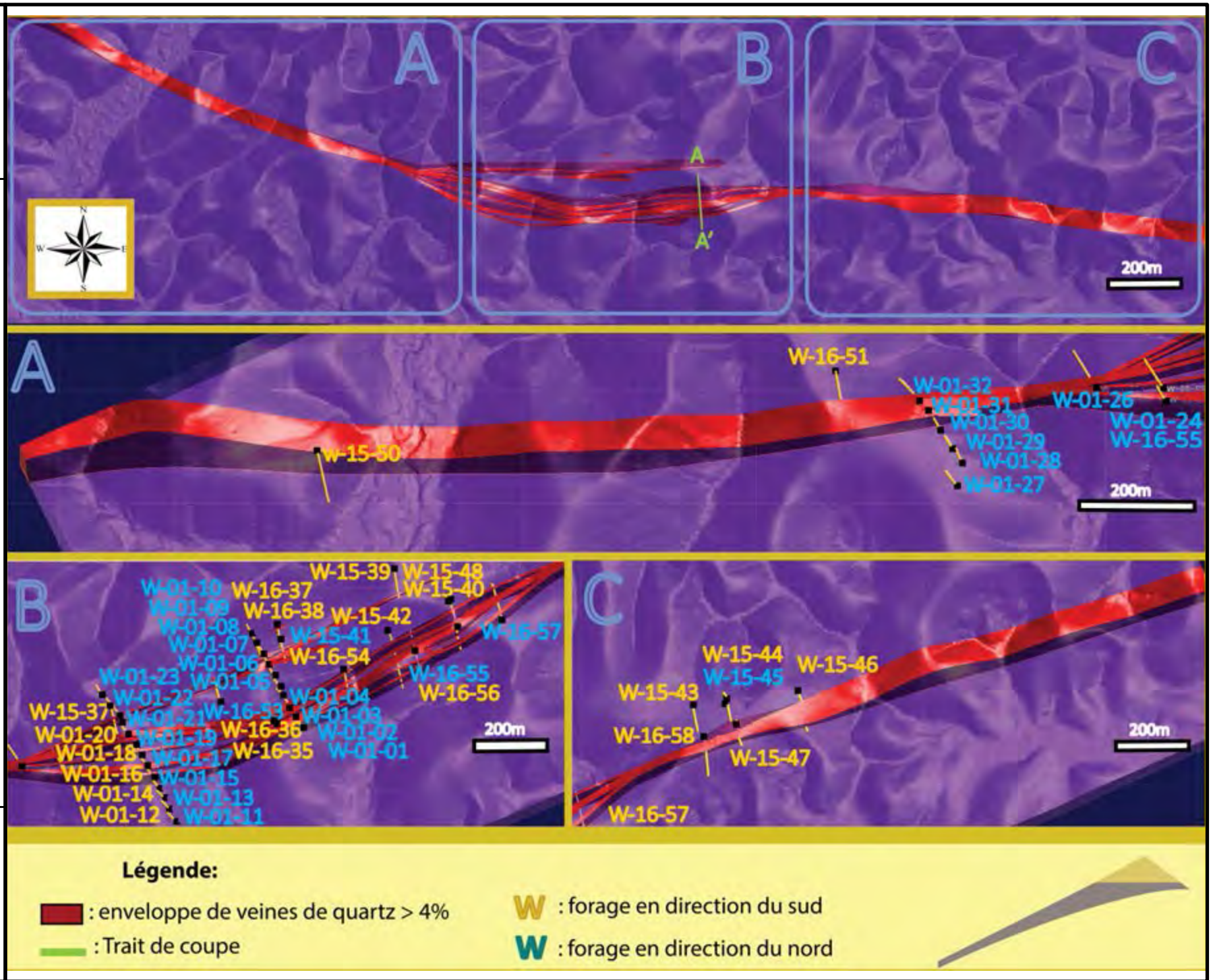
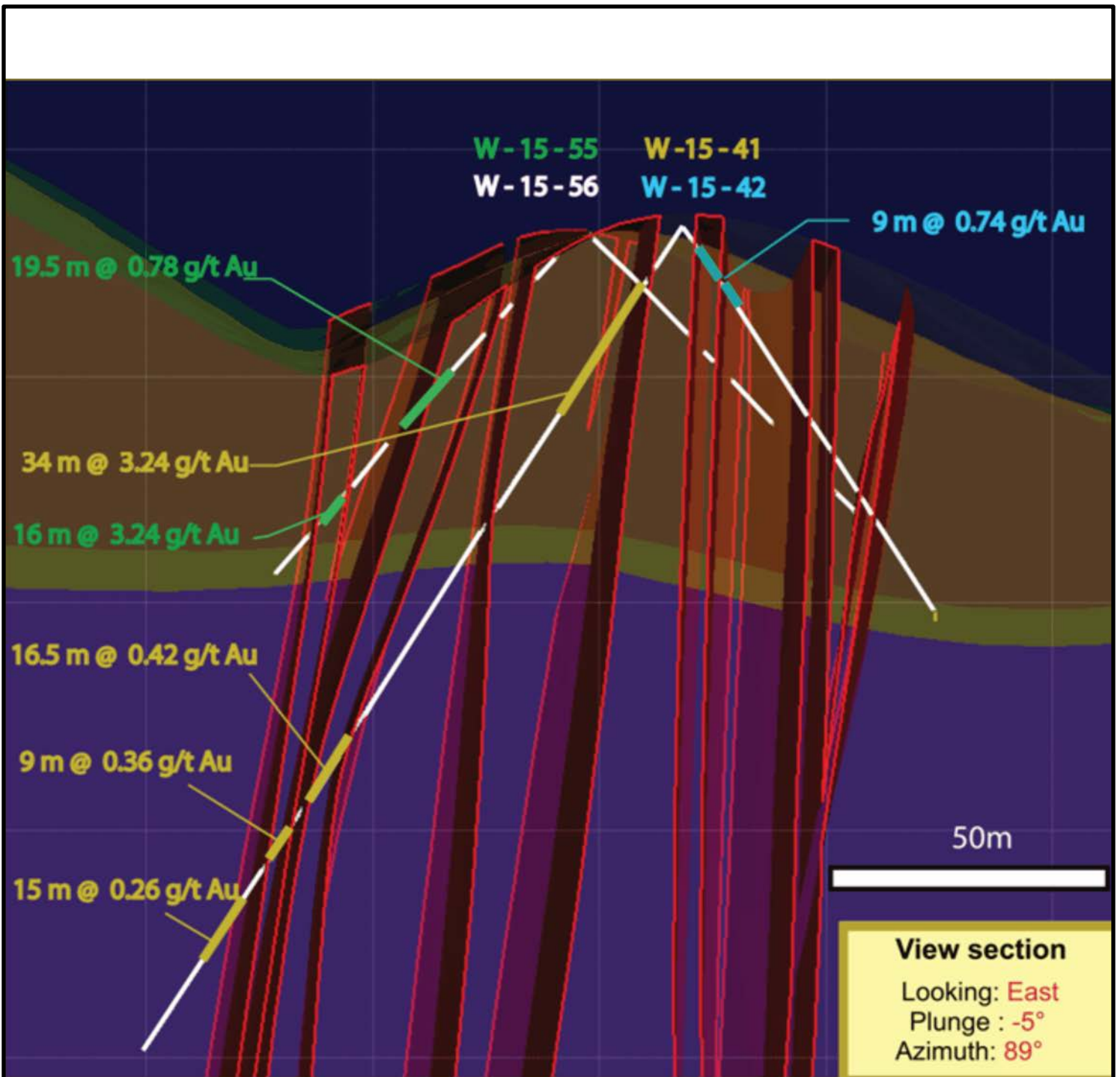
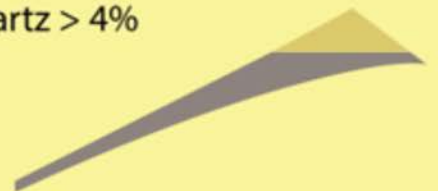



Figure 17

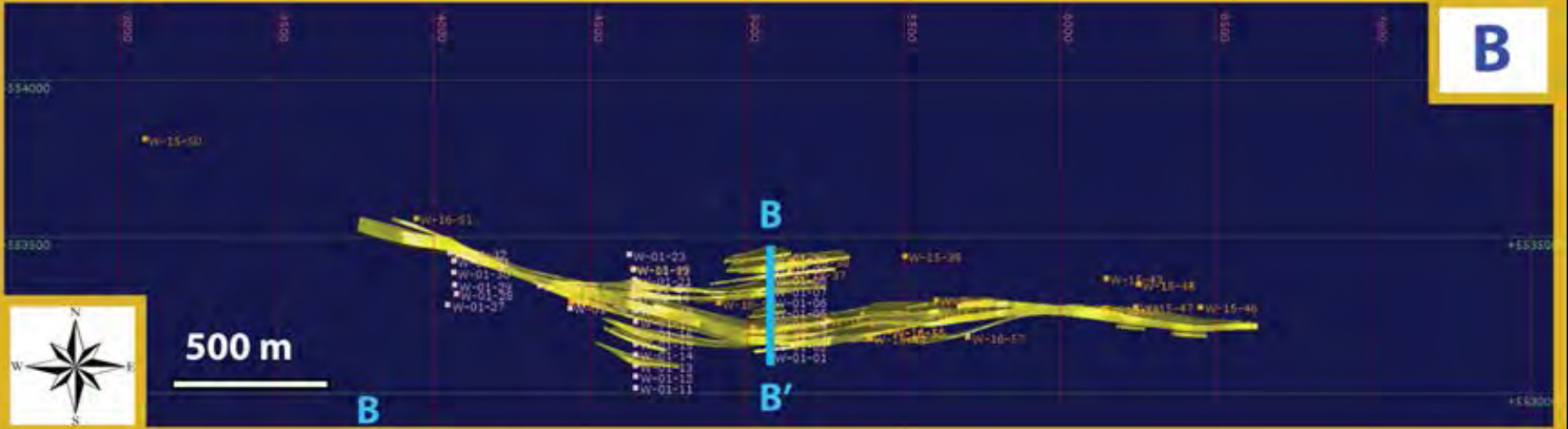
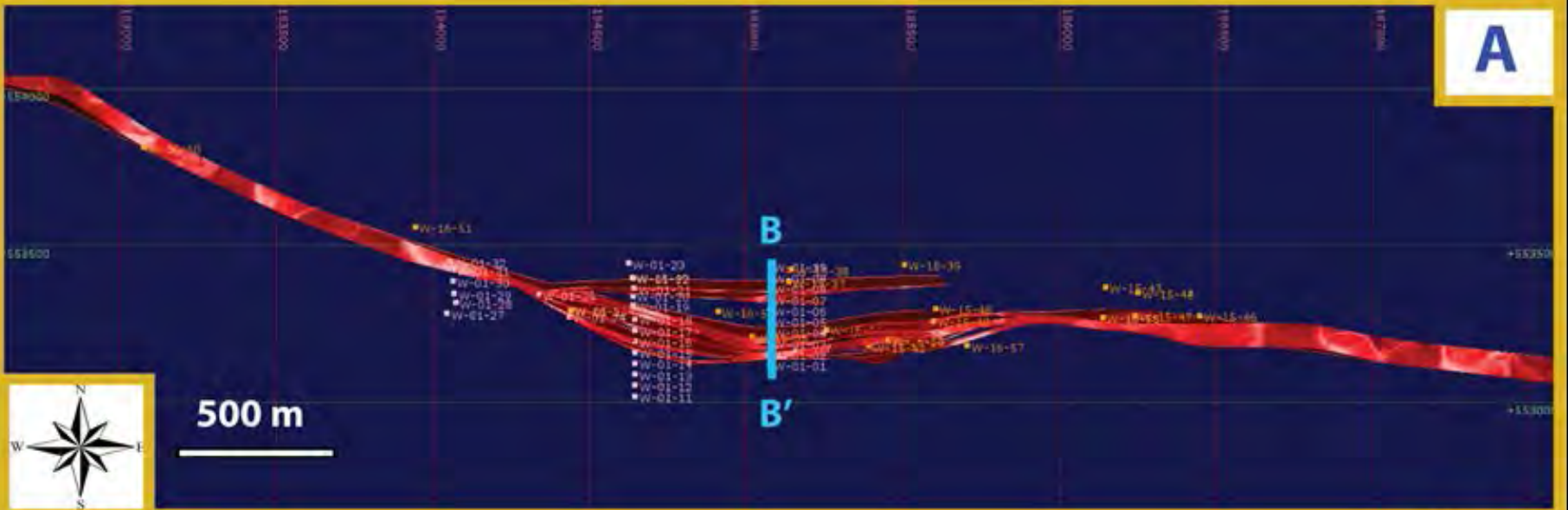


Légende :

- : Saprolite
- : Saprock
- : roche fraiche
- : enveloppe de veines de quartz > 4%

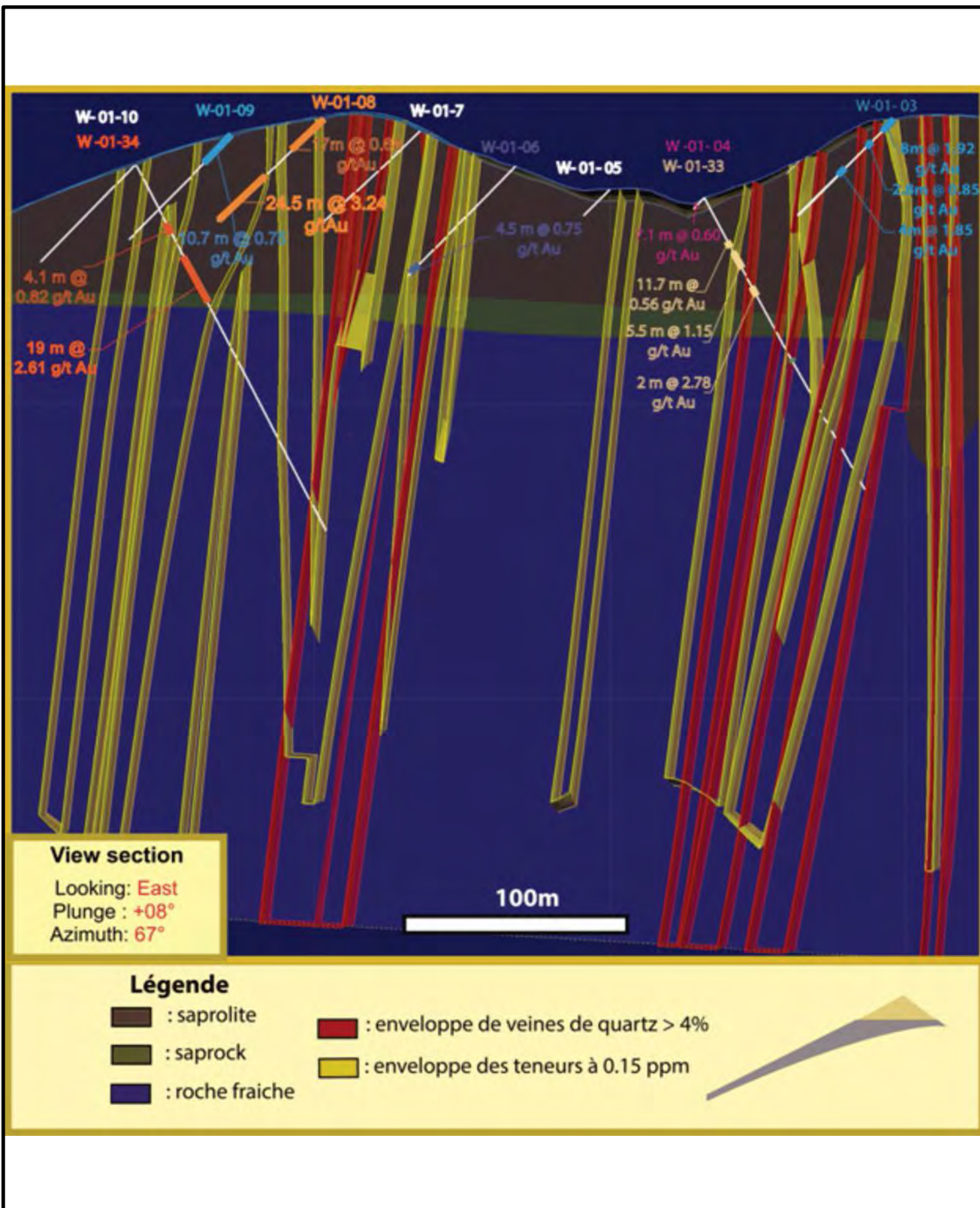


	ARMINA RESSOURCES MINIÈRES - Communes de Mana et Saint-Laurent-du-Maroni (973) Demande de transformation du PER dit de « Bon Espoir » en Concession Tome 2 - Mémoire Technique	Figure 18
	1er corps minéralisé extrapolé jusqu'à 200 m de profondeur	
Source : NEWMONT		



- A** : Modèle 3D de veines de Quartz (> 4%)
- B** : Enveloppe des teneurs à **0.15 g/t Au**
- : Trait de coupe





ARMINA RESSOURCES MINIÈRES - Communes de Mana et Saint-Laurent-du-Maroni (973)
 Demande de transformation du PER dit de « Bon Espoir » en Concession
 Tome 2 - Mémoire Technique

Minéralisation discordante des veines de quartz

Source : NEWMONT

Figure 20

Les densités utilisées proviennent de 212 mesures effectuées sur des modèles de roches semblables du Bouclier Guyanais (projet de Sabajo). Seules 6 mesures ont été effectuées sur le site de Bon Espoir. Elles confirment néanmoins les valeurs de densité utilisées, à savoir :

- d = 1,83 pour la saprolite ;
- d = 2,2 pour la *saprock* ;
- d = 2,7 pour la roche saine.

L'estimation de tonnage est faite à partir du modèle volumétrique de minéralisation suivant différentes teneurs de coupure pour l'or total, allant de 0 à 2 g/t Au. Les **teneurs de coupure retenues par l'industrie et NEWMONT** pour les inventaires sont habituellement :

- une **teneur de coupure de 0,15 g/t Au**, qui correspond aux teneurs de coupure d'**inventaire géologique** ;
- la **teneur de coupure de 0,3 g/t Au**, qui correspond à la teneur de coupure employée sur les sites de Merian et Sabajo, au Suriname (projets du groupe NEWMONT, **Cf. Tome 1 : Document Administratif**).

Ces deux exemples de teneur de coupure sont purement indicatifs, car le gisement ne fait l'objet que d'évaluation géologique et non d'une **étude de faisabilité économique détaillée qui sera présentée dans la cadre d'une future AOTM**.

En appliquant la teneur de coupure de 0,15 ppm Au, les ressources en or calculées s'élèvent à près d'un million d'onces (985 000 oz Au, soit 27,9 t Au). De plus, ce modèle montre déjà de larges possibilités d'accroissement :

- vers l'Ouest : seul un forage a été fait à l'Ouest à plus de 150 m de la minéralisation et a probablement manqué sa cible ;
- vers l'Est : le modèle de corps minéralisés a été arrêté à l'Est, faute de forages pour soutenir le modèle ;
- les 2 extrémités montrent clairement les effets de l'interpolation par krigeage dans le calcul des teneurs. Des forages supplémentaires augmenteront la quantité d'or à l'intérieur du bloc **[Cf. Figure 21]**.

3.1.1.3 Chiffrage du potentiel géologique

Le détail des estimations de ressources selon la teneur de coupure appliquée, à partir du modèle volumétrique défini ci-avant, est fourni en **Annexe 1**. Le tableau ci-après présente les valeurs de ressources calculées pour 4 teneurs de coupure entre 0,15 et 1 ppm Au.

Teneur de coupure en g/t Au	Tonnage total minerais	Teneur moyenne en g/t Au	% saprolite	% <i>saprock</i>	% roche saine	Total or en t
0,15	52 801 633	0,58	35 %	4 %	61%	30,66
0,3	40 858 478	0,68	38 %	4 %	57%	27,72
0,8	11 558 375	1,09	48 %	4 %	48%	12,57
1	5 383 895	1,32	55 %	6 %	39%	7,12

Block Model Extends			
	Min	Max	
Easting	182620	187670	
Northing	552650	554040	
Elevation	-100	180	
	Easting	Northing	Elevation
Parent Block Size	5	5	5
Sub-Block Count	2	2	1
Azimuth	0		
Dip	0		
Density	SAP	1.83	
	SR	2.2	
	FR	2.7	

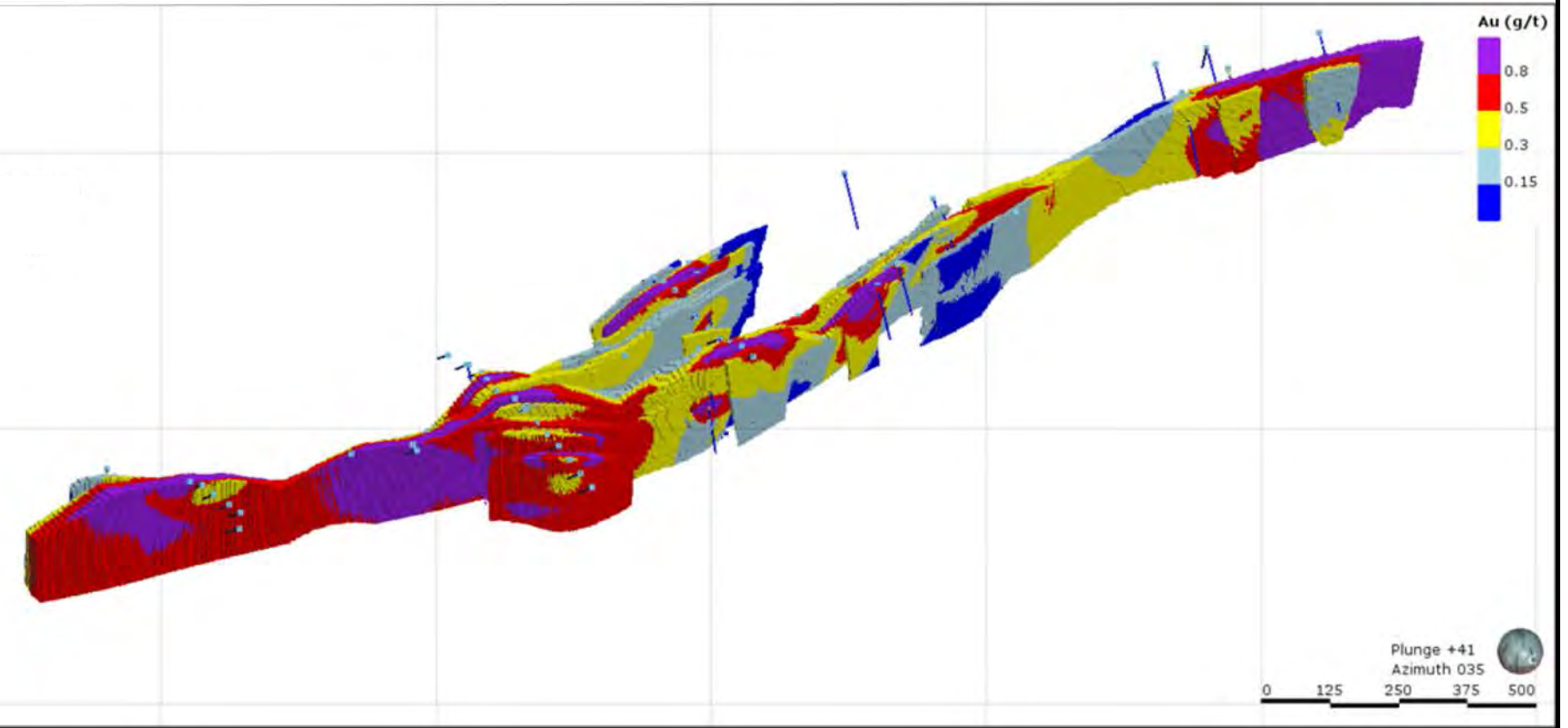


Figure 21

Le **gisement d'or de Wayamaga** montre déjà clairement un **potentiel économique pour une société de moyenne taille**. Considérant les limites du paramétrage de la modélisation en l'état actuel des connaissances, il est plus que **probable que Wayamaga constitue un gisement de grande taille, d'intérêt industriel**.

Seules des **campagnes d'exploration supplémentaires**, et plus particulièrement de forages, permettront de **prouver ce potentiel industriel de large envergure**.

L'inventaire géologique, à date d'août 2016, indique **plus de 30 tonnes d'or présent dans près de 52 M t de minerai** (selon une teneur de coupure de 0,15 g/t Au). Cette estimation a été développée à partir de 5 200 mètres de linéaire cumulé de forages.

En appliquant une teneur de coupure plus restrictive de 1 g/t Au, l'inventaire géologique tombe à 7 tonnes métal. Bien que nettement plus limité, un tel gisement resterait une cible facilement accessible et de fort intérêt pour une société moyenne.

3.1.2 Estimation des ressources en sub-surface

Un second modèle, concernant les **ressources dites de « sub surface » localisées à moins de 10 m de profondeur**, a été développé à partir des grilles systématiques de tarières profondes réalisées par AUPLATA en 2009. Ce modèle, grâce à sa **maille de tarière profonde de 20 m x 20 m**, permet de calculer un volume et une réserve de surface avec une **grande précision**.

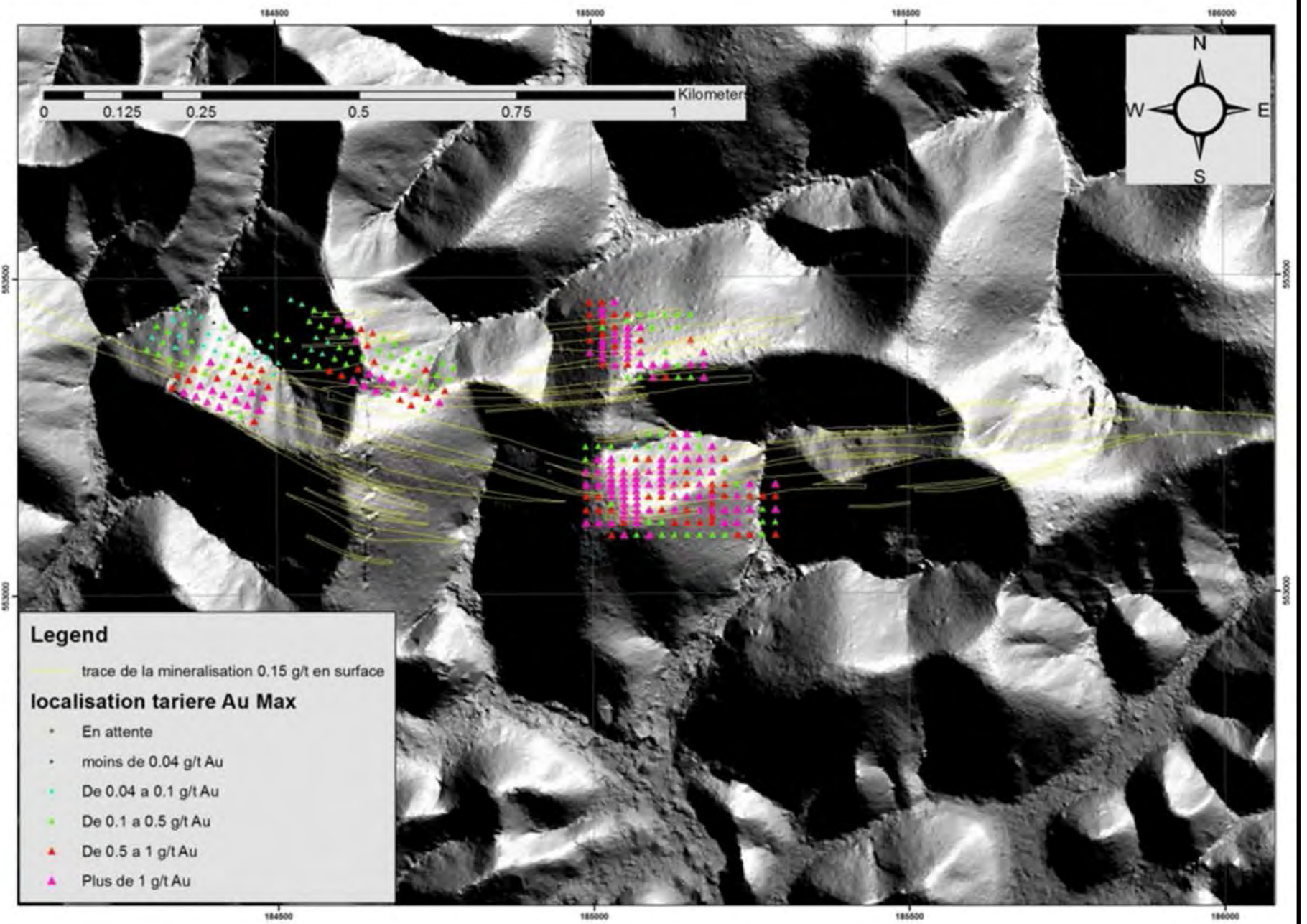
Cette ressource minérale présente un fort intérêt par son **accessibilité**, ses **bonnes teneurs** et son **minerai entièrement oxydé et relativement meuble** permettant d'obtenir de **très bonnes récupérations sans broyage**. Ce modèle a un impact économique important dans le cas d'une mine de moyenne envergure comme envisagée actuellement.

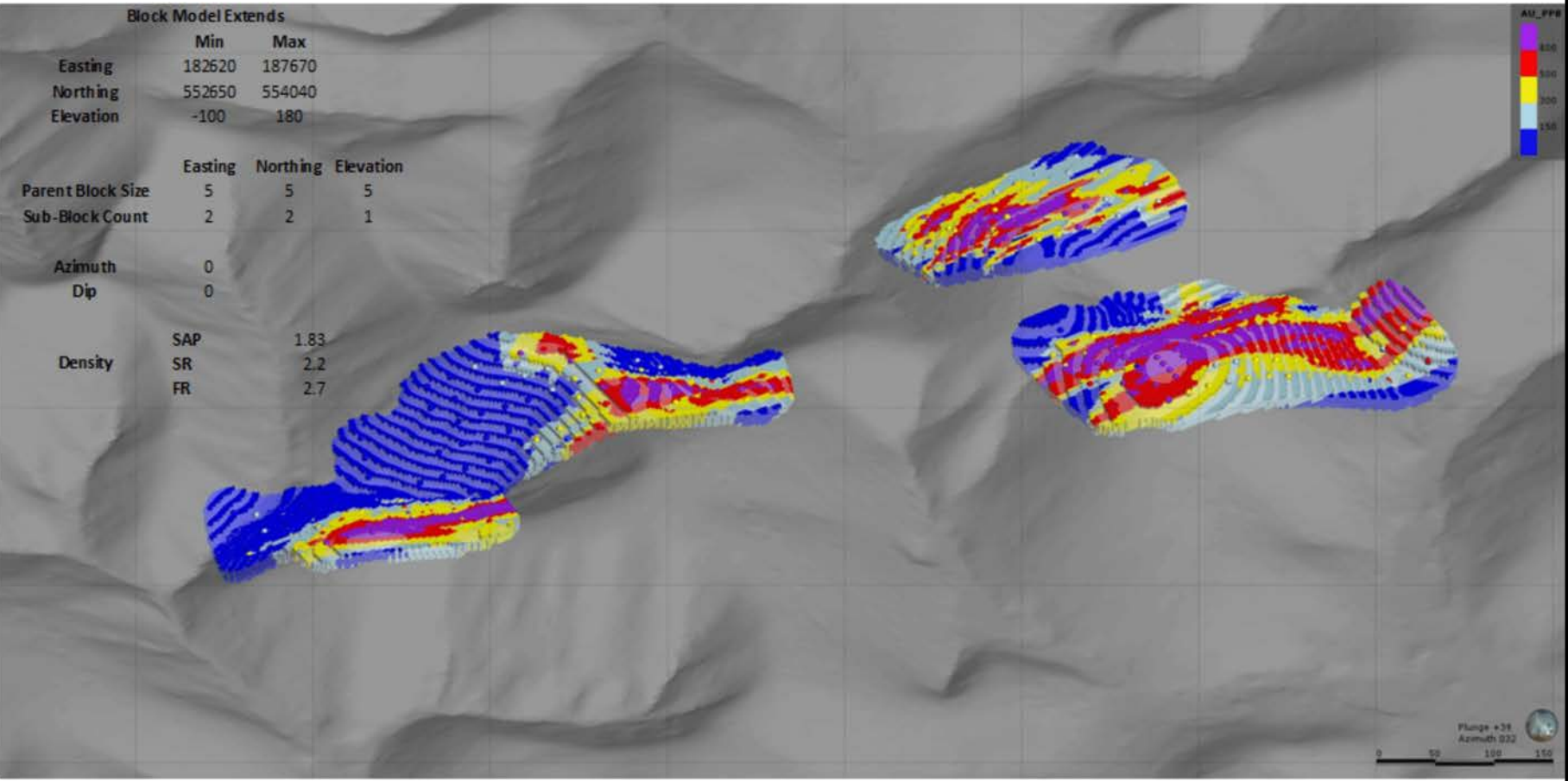
Ce modèle a été réalisé à partir de 242 prélèvements à la tarière profonde ayant permis la collecte de **2 119 échantillons analysés pour or**. La topographie LIDAR® a été utilisée et les trois grilles de tarières ont été repositionnées par GPS, l'élévation a été extraite des données Lidar® **[Cf. Figure 22]**.

La zone couverte par la maille d'échantillonnage explore très partiellement toute la minéralisation de surface démontrée par les forages. Il est clair que **plus de la moitié du potentiel de sub-surface n'a pas encore été testée**.

Un **modèle géométrique tridimensionnel limité à 12 mètres de profondeur** a été réalisé, puis une interpolation de type krigeage et enfin un bloc-modèle de 5 m x 5 m. Ce dernier montre clairement que **de nombreuses zones minéralisées** n'ont été que partiellement couvertes par les tarières et **restent ouvertes [Cf. Figure 23]**.

Ce bloc-modèle montre un **inventaire géologique de près de 1,2 t d'or en appliquant une teneur de coupure de 0,15 g/t Au**, pour près de **2 millions de tonne de minerai**. L'inventaire est de plus de 500 kg d'or pour une teneur de coupure de 0,8 g/t Au **[Cf. Annexe 1]**. Le tableau ci-après indique les estimations pour 3 teneurs de coupure entre 0,15 et 1,1 ppm Au.





ARMINA RESSOURCES MINIÈRES - Communes de Mana et Saint-Laurent-du-Maroni (973)
 Demande de transformation du PER dit de « Bon Espoir » en Concession
 Tome 2 - Mémoire Technique

Bloc-modèle des ressources de sub-surface

Source : NEMMONT

Figure 23

Teneur de coupure en ppb Au	Teneur en or en ppb Au	Minerai en t	Or en kg	Or en once
150	571,88	2 091 463,40	1 196	38 454,42
800	1 333,36	400 749,28	534	17 179,53
1 100	1 725,66	203 991,64	352	11 317,71

Cet or, **facilement récupérable**, représente une **cible très intéressante**. D'autant plus que seule une petite partie de ces réserves a été évaluée. L'exploitation de cet inventaire proche de la surface est incluse dans le modèle général d'exploitation.

La demande de changement de statut du titre minier du PER de Bon Espoir en Concession se justifie donc par la démonstration, suite aux travaux d'exploration menés à ce jour, de l'existence d'un potentiel géologique en profondeur estimé à 52 M de tonnes de minerai recelant plus de 30 tonnes d'or

A celles-ci viennent s'ajouter des ressources peu profondes (moins de 10 m), dont l'exploitation serait relativement aisée d'un point de vue technique, estimées à 1,2 tonne d'or.

Ces estimations font de Wayamaga un gisement d'or pouvant dès à présent justifier la mise en œuvre d'une exploitation à une échelle modérée, mais pour lequel les données de modélisation laissent penser qu'il présente un potentiel bien plus important, restant à explorer.

3.2 JUSTIFICATION DE LA DUREE DE LA DEMANDE

La **durée de la demande de Concession**, de **15 ans**, a notamment été définie à partir du programme prévisionnel des travaux d'exploitation qui sera probablement mis en œuvre.

Les équipements de traitement du minerai qui seront déployés ont été dimensionnés avec une **capacité de traitement de l'ordre de 1 000 t/j de minerai aurifère**. Cela concerne aussi bien l'usine gravimétrique que l'usine de cyanuration.

Le gisement ciblé représente environ 5,5 M t de minerai aurifère. Les estimations possibles à ce jour font état de réserves géologiques évaluées à 6,75 t d'or dans ce gisement. Cependant, il est considéré comme très probable que les travaux d'exploration qui se poursuivront durant ces 15 ans mèneront à une réévaluation plus importante de ces réserves, étant donné que les limites actuelles (paramètres de la modélisation) viennent d'un manque de données quantitatives mesurées, tandis que les perspectives de voir le gisement « agrandi » sont très favorables.

Cette durée de 15 ans sera également mise à profit par l'exploitant pour la **conception d'un projet d'exploitation de plus grande ampleur**, ciblant les ressources aurifères profondes, jusqu'à la roche saine.

De nombreux défis restent en effet à relever dans cette optique, le premier étant bien entendu de parfaire les connaissances sur le gisement lui-même, afin de pouvoir estimer précisément les ressources exploitables.

L'exploitant devra alors entreprendre les études de pré-faisabilité puis de faisabilité techniques, économiques et environnementales. Par ailleurs, cette durée de 15 ans sera également nécessaire pour l'élaboration et l'instruction des dossiers de demande d'autorisation ou de déclaration qui seront déposés pour chaque grande phase de travaux et d'aménagement (dossier au titre du Code Minier et du Code de l'Environnement).

3.3 JUSTIFICATION DE L'EMPRISE DE LA DEMANDE

La future Concession de Bon Espoir continuera d'être explorée, dans la continuité des travaux menés jusqu'ici, avec 2 objectifs principaux :

- poursuivre la caractérisation du gisement d'or de Wayamaga car, comme montré au [§ 2.3](#), plusieurs pistes d'exploration sérieuses devraient permettre d'augmenter de manière significative les ressources associées au gisement, dont les extensions restent relativement méconnues, aussi bien pour sa partie profonde qu'en sub-surface ;
- **rechercher d'éventuels nouveaux prospects dans le reste de l'emprise de la Concession**, qui ont été jusqu'alors moins densément prospectés dès lors que l'anomalie de Wayamaga a été identifiée, avec une concentration des travaux dans le centre du PER.

Ce deuxième type de travaux, menés à une **plus large échelle**, concernera l'intégralité de la superficie de la Concession, qui « longe » le contact géologique décrochant où a déjà été découvert un gisement aurifère, et qui présente donc un **potentiel prospectif important**.

⇒ Le programme prévisionnel des travaux d'exploration est présenté au [Chapitre 5](#).

3.4 COMPATIBILITE AVEC LE SDOM

La compatibilité de cette demande de Concession avec le Schéma Départemental d'Orientation Minière (SDOM) de Guyane est analysée dans le [Tome 3 : « Notice » d'Impact](#).

4. PROGRAMME PREVISIONNEL DES TRAVAUX D'EXPLOITATION PROJETES

Préalable important :

Ce dossier constitue une **demande de titre minier d'exploitation**. Il est justifié par un **programme d'exploitation de 15 ans** basé sur les premières estimations du potentiel aurifère associé à l'**horizon saprolitique du gisement de Wayamaga [Cf. § 3.1]**, à savoir un potentiel de l'ordre de **6,7 t d'or** associé à un tonnage de **minerai** de l'ordre de **5,8 Mt** réparti de la façon suivante :

- pour une teneur de coupure de 0,8 g Au/t dans la **saprolite** : **5 500 000 tonnes** de minerai à une teneur moyenne de **1,15 gAu/t**, soit un potentiel de **6,3 t Au** ;
- pour une teneur de coupure de 1 g Au/t dans la **saprock** (zone de transition entre la saprolite et la roche saine) : **320 000 tonnes** de minerai à une teneur moyenne de **1,24 gAu/t**, soit un potentiel de **0,4 t Au**.

Ce programme d'exploitation se compose des étapes suivantes :

- 1) **extraction à ciel ouvert** et à la pelle mécanique du minerai primaire rippable dans la saprolite et la *saprock* (zone de transition entre la saprolite et la roche saine). La profondeur d'extraction sera de l'ordre de 30 à 80 m (puissance de l'horizon qu'il sera possible d'extraire à la pelle mécanique) ;
- 2) **mise en verse des stériles d'extraction**, le ratio stérile / gisement étant estimé, dans un premier temps, à 2 pour 1 ;
- 3) **traitement du minerai par gravimétrie** pour récupérer l'or grossier (environ 30% du potentiel de ressource) ;
- 4) **traitement par cyanuration des rejets de la gravimétrie** stockés temporairement dans un bassin dédié. Ce procédé permettra de valoriser l'or fin échappant au traitement par gravimétrie (environ 70% du potentiel de ressource).

Ce programme d'exploitation développé dans ce chapitre se veut prévisionnel et sera affiné et développé, en temps voulu, dans le cadre des **dossiers de demande d'autorisation d'exploiter des ICPE**, au titre du Code de l'Environnement (usines de traitement du minerai, stockage des résidus de traitement et installations annexes) et de **demande d'Autorisation d'Ouverture de Travaux Miniers (AOTM)**, au titre du Code Minier (fosses d'extraction, verses à stériles, pistes et ouvrages hydrauliques miniers), qui incluront alors une étude d'impact spécifique et détaillée.

L'accès au site de Wayamaga, au sein de la Concession de Bon Espoir, pour l'acheminement de tout le matériel nécessaire à l'exploitation, pourra se faire par l'aménagement d'une **piste de 19 km reliant le camp actuel à la piste de Paul Isnard**. Le tracé de cette piste [Cf. Figure 34] est actuellement occupé par un layon forestier dont la mise à un gabarit compatible avec le déplacement des engins nécessitera en son temps une déclaration préalable auprès de l'ONF et éventuellement une étude d'impact spécifique.

4.1 EXPLOITATION DU MINERAI PRIMAIRE DANS LA SAPROLITE ET LA SAPROCK

4.1.1 Localisation des fosses d'extraction

La Figure 24 localise les 2 fosses délimitées par ARMINA pour la mise en exploitation du gisement primaire en saprolite de Wayamaga. Par la suite, de nouvelles fosses pourront être ouvertes en progressant vers l'Ouest et en suivant l'enveloppe minéralisée délimitée par les données de géochimie sols, géophysique au sol (polarisation provoquée) et sondages carottés [Cf. Chapitre 2].

4.1.2 Les accès

Des pistes suffisamment larges (au moins 10 m) pour le croisement de 2 tombereaux seront aménagées à partir du réseau de pistes existant dont le gabarit est actuellement prévu pour des quads ou véhicules légers. Ce réseau de pistes permettra d'acheminer le minerai tout-venant vers l'usine de traitement gravimétrique et les stériles d'extraction jusqu'aux verses à stériles.

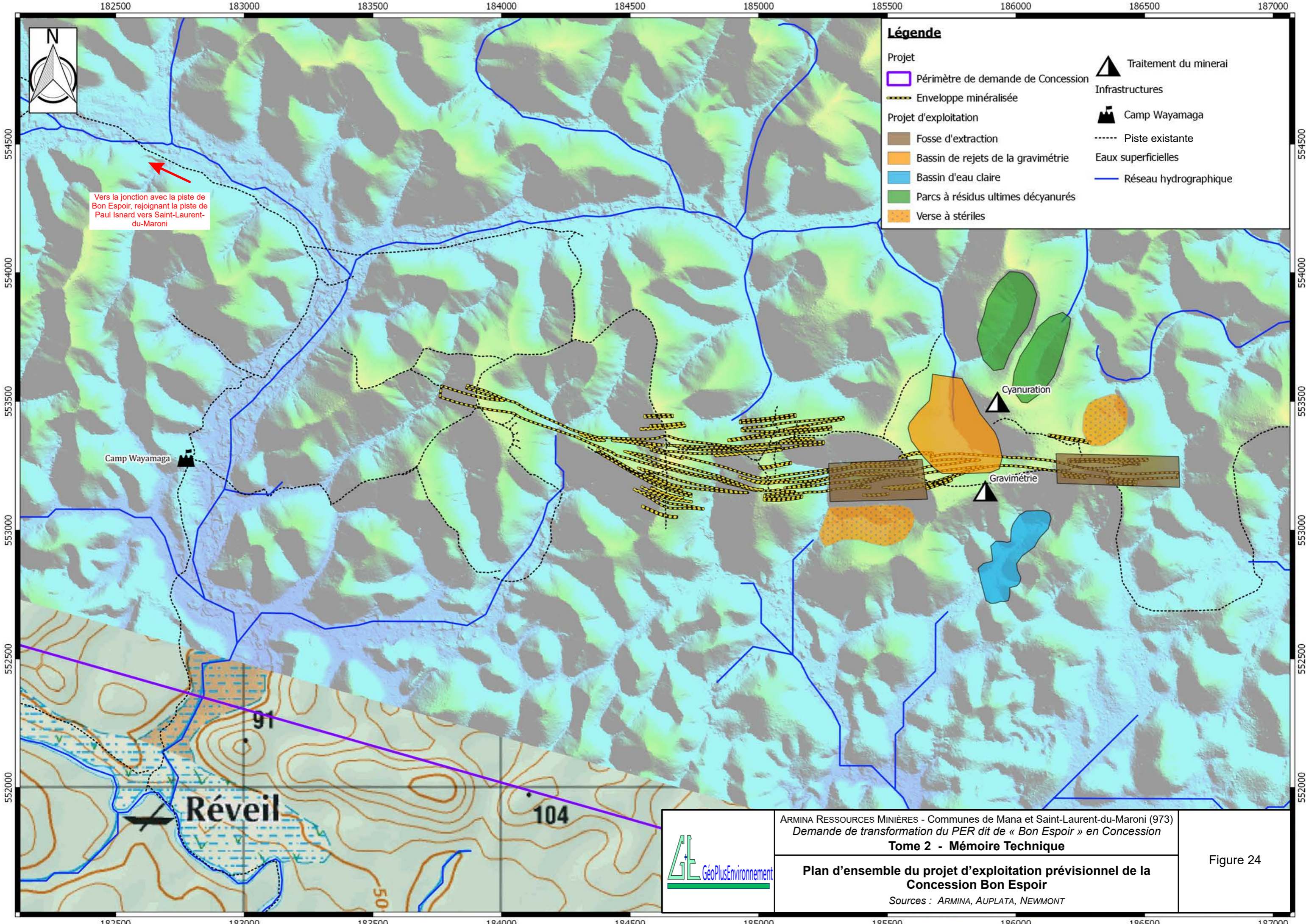
La couche de roulement sera constituée de latérite ou de saprolite dure, extraite au niveau de carrières d'emprunt dont l'emprise sera précisée dans le cadre d'un dossier de demande d'autorisation d'exploiter au titre des ICPE. Les pistes seront rehaussées et nivelées régulièrement, surtout pendant la saison des pluies, durant laquelle le ruissellement des eaux pourra les dégrader partiellement. **Les pentes des pistes seront toujours inférieures à 15 %.**

4.1.3 Défrichage et décapage de la terre végétale

Les infrastructures délimitées dans la Figure 24 (fosses, verses à stériles, bassin d'eau claire, bassin de rejets de la gravimétrie, parcs à résidus décyanurés, pistes, usines) nécessiteront le **défrichage d'une surface de l'ordre de 60 ha**. Ce dernier sera progressif et limité au strict besoin de l'exploitation.

Les débris végétaux seront mis en andains à proximité des zones de travaux en vue de leur valorisation lors de la remise en état. Le bois coupé sera valorisé directement sur le site (construction de ponts, carbets, etc. – l'éventuelle future scierie sera alors intégrée à la demande d'autorisation au titre des ICPE). Le petit bois sera charbonné en vue de son intégration dans les sols reconstitués (activation bactérienne), ou valorisé pour les divers travaux de réaménagement (protection contre l'érosion, fascines, etc.).

Ces travaux seront effectués par le personnel compétent du site, à l'aide d'équipements divers (tronçonneuses, bulldozers, etc.).



- Légende**
- Projet
 - Périmètre de demande de Concession
 - Enveloppe minéralisée
 - Projet d'exploitation
 - Fosse d'extraction
 - Bassin de rejets de la gravimétrie
 - Bassin d'eau claire
 - Parcs à résidus ultimes décyanurés
 - Verse à stériles
 - Infrastructures
 - ▲ Traitement du minerai
 - ▲ Camp Wayamaga
 - Piste existante
 - Eaux superficielles
 - Réseau hydrographique

Vers la jonction avec la piste de Bon Espoir, rejoignant la piste de Paul Isnard vers Saint-Laurent-du-Maroni

	ARMINA RESSOURCES MINIÈRES - Communes de Mana et Saint-Laurent-du-Maroni (973) Demande de transformation du PER dit de « Bon Espoir » en Concession Tome 2 - Mémoire Technique	Figure 24
	Plan d'ensemble du projet d'exploitation prévisionnel de la Concession Bon Espoir Sources : ARMINA, AUPLATA, NEWMONT	

L'**horizon pédologique supérieur** dit « terre végétale », qui sera stocké sélectivement en vue de son utilisation pour la remise en état, est caractérisé par une certaine teneur en matière organique. Sous un climat tropical, marqué 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 *turnover* 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, entre autres, 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 seront **décapés sélectivement, stockés en andains** à proximité des zones de travaux puis **régalés 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.

4.1.4 Chantier d'extraction

L'exploitation se fera à **ciel ouvert**, selon la méthode d'extraction, dite « **en tranchée descendante** », qui consiste à débiter l'extraction au sommet de la fosse, et à s'enfoncer progressivement dans le gisement, par paliers successifs [Cf. **Figure 25**]. Ce chantier évoluera, en fonction de la géologie, sur 5 à 10 fronts successifs au maximum.

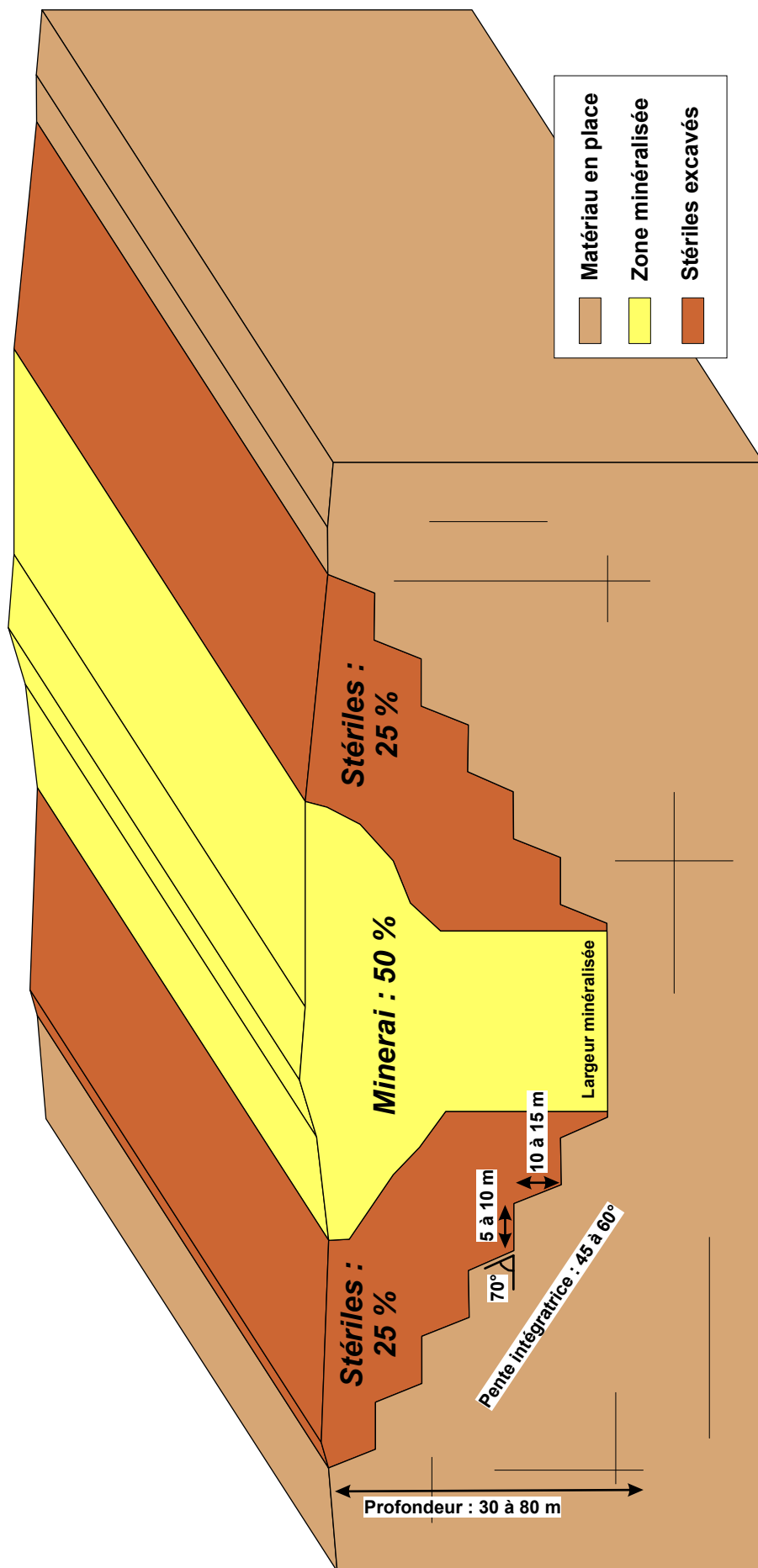
La largeur d'une banquette en cours d'extraction sera au minimum de 8 m, afin de permettre la circulation des engins en toute sécurité (elles seront rabattues au final à 5 m). Les tombereaux circuleront exclusivement sur le fond de la fosse, temporaire ou définitif.

Il est généralement préconisé de retenir deux géométries en fonction de la profondeur d'exploitation :

- Pour les terrains les 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 70°, afin de limiter le ravinement. Quoiqu'il en soit, la pente intégratrice maximale de 45° devra être respectée.
- Pour les terrains plus profonds, la hauteur maximale des gradins pourra être portée à 15 m et la largeur minimale des banquettes à 8 m. La pente des gradins devra être de 70°. La pente intégratrice maximale à respecter sera de 60°.

*La géométrie des fosses d'extraction sera précisée dans le cadre du futur dossier de demande d'Autorisation d'Ouverture de Travaux Miniers qui sera accompagné d'une **étude géotechnique** justifiant de la stabilité des fosses et préconisant les mesures nécessaires pour garantir cette stabilité (surveillance régulière de l'état des talus, purge éventuelle des panneaux de saprolite ou de blocs rocheux pour la pérennité des fosses dans le temps et la sécurité du personnel...).*

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



ARMINA RESSOURCES MINIÈRES - Communes de Mana et Saint-Laurent-du-Maroni (973)
 Demande de transformation du PER dit de « Bon Espoir » en Concession
Tome 2 - Mémoire Technique

Principe d'exploitation à ciel ouvert en tranchée descendante

Source : GEO+

4.1.5 Gestion des stériles de découverte et d'extraction

Les **stériles de découverte et d'extraction** seront stockés sous forme de versés dans des zones dédiées, de préférence en comblement de dépression ou de tête de criquots [Cf. Figure 24].

Les **stériles d'extraction** seront, autant que possible (tranches superficielles graveleuses latéritiques), **valorisés en couche de forme des pistes et voies de circulation**.

Ils seront chargés par pelle hydraulique et amenés aux zones de stockage (**2 versés à stériles**) par tombereaux. Les stocks auront une hauteur maximale d'environ 12 m. Les fronts auront une hauteur de 3 m, et les banquettes une largeur de 4 m. **La pente intégratrice de ces stocks sera de 45° au maximum.**

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

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).

4.1.6 Gestion des eaux de ruissellement

4.1.6.1 Gestion des eaux pluviales des fosses d'extraction

- Les eaux météoriques extérieures aux fosses d'extraction, ruisselant depuis l'amont, seront drainées et dérivées 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 (ici 70°), de façon à limiter les possibilités de creusement de micro-canyons.

4.1.6.2 Gestion des eaux pluviales des versés à stériles

- Le principe général retenu est une évacuation des eaux météoriques aussi rapide que possible, selon le trajet le plus court, et selon les lignes de plus grande pente.
- 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'amont et à l'extérieur des stocks de stériles d'extraction.
- Toute stagnation et infiltration d'eau sur les verses à stériles, pouvant les déstabiliser, sera évitée en leur donnant une morphologie régulière, et en évitant d'y créer des points bas non drainés, en particulier en tête des verses.
- Le réaménagement des remblais (végétalisation, mise en place de fascines, etc.) sera coordonné à l'avancement de la verse.

4.1.6.3 Gestion des eaux pluviales des pistes

Chaque piste sera longée d'un **fossé**, recueillant les eaux de ruissellement. Des bassins de décantation-filtration seront aménagés aux sorties des fossés. Des **rigoles de redirection** pourront également être aménagées, dans les zones de forte pente, afin de limiter le phénomène de ravinement. Ces aménagements sont illustrés dans le **Tome 3 : Notice d'Impact**.

4.1.6.4 Aménagement des bassins de décantation et de filtration des eaux pluviales

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 :

- **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) ;
- **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 décapée, et non réaménagée** ;
- les fossés longeant les pistes devront aussi aboutir à des bassins de décantation, avant rejet vers le milieu naturel.

Les bassins de décantation auront une profondeur maximale de 3 m, permettant un curage à la pelle relativement aisé. Par ailleurs, pour une décantation optimale, la longueur du bassin devra être au moins 3 fois supérieure à sa largeur.

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

Des **ouvrages de filtration** des eaux décantées pourront venir compléter le dispositif. Ces ouvrages (bassins de filtration) seront alors mis en place en complément des bassins de décantation, en aval de ceux-ci, et réalisés avec des alluvions sablo-graveleuses. Les sables, par leur rôle filtrant, retiendront une grande partie des MES encore présentes. Les dimensions de chaque bassin de filtration seront identiques au bassin de décantation le précédant. L'entretien se fera à la pelle, par curage.

L'efficacité de la gestion des eaux sera contrôlée par la mise en place d'une station pour mesure, notamment, du pH et de la concentration en Matières En Suspension (prélèvement et mesure *in situ*).

4.1.7 Moyens matériels et humains alloués à l'extraction du minerais

Une liste indicative des engins qui seront déployés sur le site de Bon Espoir pour les chantiers d'extraction et les travaux annexes (terrassage, aménagement des pistes, chargement du minerais dans l'usine gravimétrique) est présentée dans le tableau ci-après.

Fonction	Engin		Quantité
Equipements de production	Pelles hydrauliques	1,5 m ³	3
		3 m ³	1
	Tombereaux	34 tonnes	2
	Tombereaux	25 tonnes	2
	Chargeurs	2,5 m ³	2
	Bouteurs sur chenilles		2
Equipements de support	Chargeur		1
	Camion citerne		1
	Arroseuse		1
	Pick-up 4x4		3
	Quads		7

Le personnel affecté à l'exploitation minière sera de 9 employés, répartis selon les fonctions décrites dans le tableau ci-après.

Fonction	Nombre d'employés
Opérateur pelle mine	3
Opérateur tombereau	3
Géologue minier	1
Chef d'exploitation	1
Autres	1
Total	9

4.2 TRAITEMENT PAR GRAVIMETRIE DU MINERAI

L'usine gravimétrique sera alimentée par du minerai primaire saprolitique. Ces matériaux seront acheminés jusqu'à l'usine où ils seront repris à l'aide d'une pelle hydraulique ou d'une chargeuse qui les déposera dans la trémie d'alimentation.

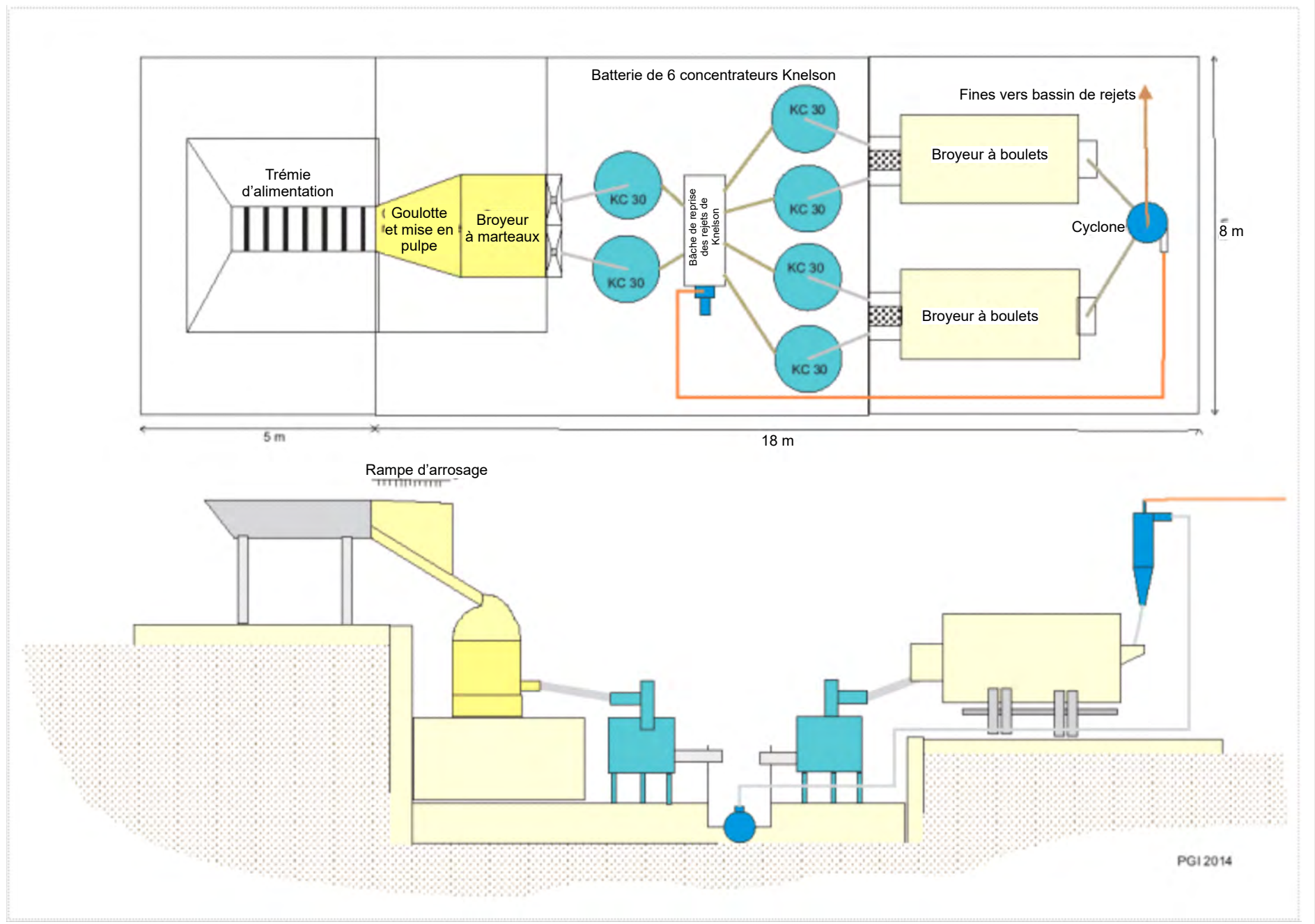
L'alimentation de l'usine se fera en continu, à un rythme d'environ **70 tonnes à l'heure**, soit une moyenne de **1 000 t / j** et de **300 000 t / an** de produits traités.

Cette unité de traitement gravimétrique sera commune à l'ensemble des fosses d'extraction. Elle sera composée de différents organes successifs [Cf. Figure 26]. Son objectif est d'amener le minerai à une granulométrie permettant la libération de l'or grossier afin d'assurer une récupération par concentration gravimétrique, et de produire un premier « concentré », qui sera séché et fondu, pour obtenir au final les lingots de « doré ».

Les différentes étapes de la chaîne de traitement gravimétrique sont les suivantes :

- 1) **Mise en pulpe à l'aide de rampes d'aspersion** alimentées par des motopompes situées dans le bassin d'eau claire.
- 2) **Broyage par concasseur à mâchoires et broyeurs à marteaux** amenant le minerai à une granulométrie de 0/2,5 mm.
- 3) **Piégeage gravimétrique par 4 tables équipées de moquettes 3 M**. Les moquettes ont ici un rôle de premier traitement, permettant de « dégrossir » le travail de valorisation de la pulpe. Le concentré est récupéré, et la pulpe restante est amenée vers une bêche, pour être pompée, afin de subir un deuxième traitement.
- 4) **Cyclonage** de cette pulpe restante permettant de réaliser une classification granulométrique du minerai.
- 5) **Broyage secondaire par un broyeur à boulets** : la sous-verse des hydrocyclones (granulométrie grossière) est dirigée vers les broyeurs à boulets, afin que l'or, encore associé à la gangue, soit libéré par une nouvelle fragmentation plus fine des particules. La surverse des hydrocyclones (granulométrie fine) et la pulpe en sortie du broyeur à boulets sont dirigées vers le séparateur magnétique.
- 6) **Séparation magnétique** : le séparateur magnétique cylindrique 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 des boulets et des marteaux).
- 7) **Concentration centrifuge finale** : les particules non magnétiques font ensuite l'objet d'une valorisation par concentration centrifuge par 6 **Knelson**. 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.
- 8) **Stockage des rejets gravitaires** : les rejets de ces concentrateurs Knelson sont amenés vers une bêche, puis pompés vers un hydrocyclone.
 - a. la surverse, moins dense (rejet « liquide ») est évacuée vers les bassins temporaires, pour être décantée ;
 - b. la sous-verse, plus dense (rejet « solide ») est repassée dans les broyeurs à boulets et les concentrateurs Knelson.

Figure 31



L'usine de gravimétrie comprendra une trémie de réception du minerai, un alimentateur à chenille, une trémie permettant la mise en pulpe, un scalpeur vibrant, un concasseur à mâchoires, deux broyeurs à marteaux, deux séparateurs magnétiques, deux broyeurs à boulets et 6 concentrateurs centrifuges Knelson KC 30.

Les organes de l'usine gravimétrique prévue et les puissances électriques installées prévisionnelles sont précisées dans le tableau ci-après.

Puissance électrique installée prévisionnelle de l'usine gravimétrique		
Alimentateur hydraulique	1	30 kW
Scalpeur	1	25 kW
Concasseur à mâchoire	1	30 kW
Broyeur à marteaux	2	150 kW
Séparateurs magnétiques	2	20 kW
Broyeur à boulets	2	200 kW
Pompe	2	60 kW
Concentrateur Knelson KC 30	6	80 kW
Total		595 kW

Les caractéristiques de cette usine seront précisées dans le cadre du futur dossier de demande d'autorisation au titre des ICPE.

4.2.1 Gestion des rejets de la gravimétrie

Les rejets de traitement gravimétrique contiennent encore près de 70% de l'or renfermé initialement dans le minerai. Cet or, trop fin, échappe au processus de concentration gravimétrique et se retrouve dans les rejets.

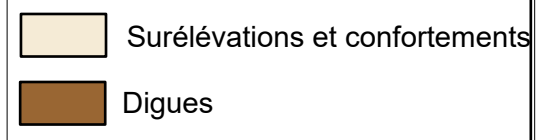
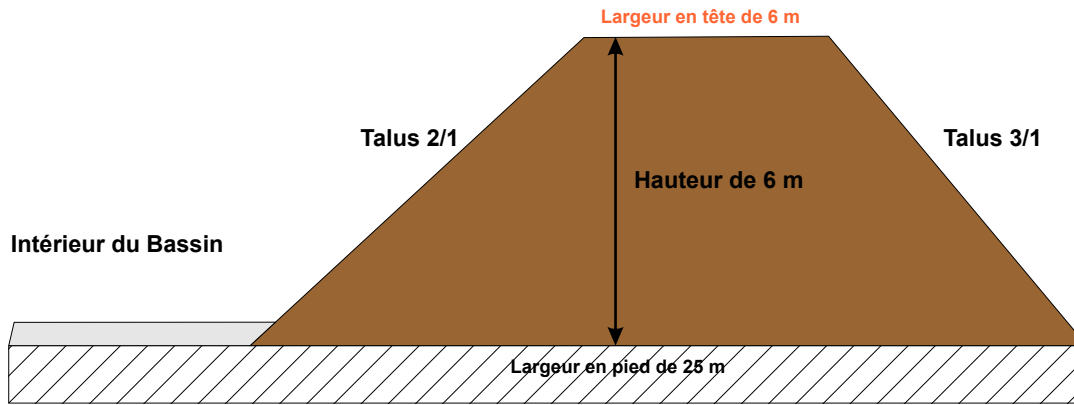
ARMINA prévoit de récupérer cet or fin en retraitant par cyanuration les rejets de la gravimétrie. Afin de pouvoir contrôler les caractéristiques physiques des matériaux entrant dans le circuit de cyanuration, ARMINA favorisera un stockage temporaire des rejets de la gravimétrie (suivi d'une reprise par pompage, pour cyanuration).

4.2.1.1 Stockage temporaire des rejets de la gravimétrie

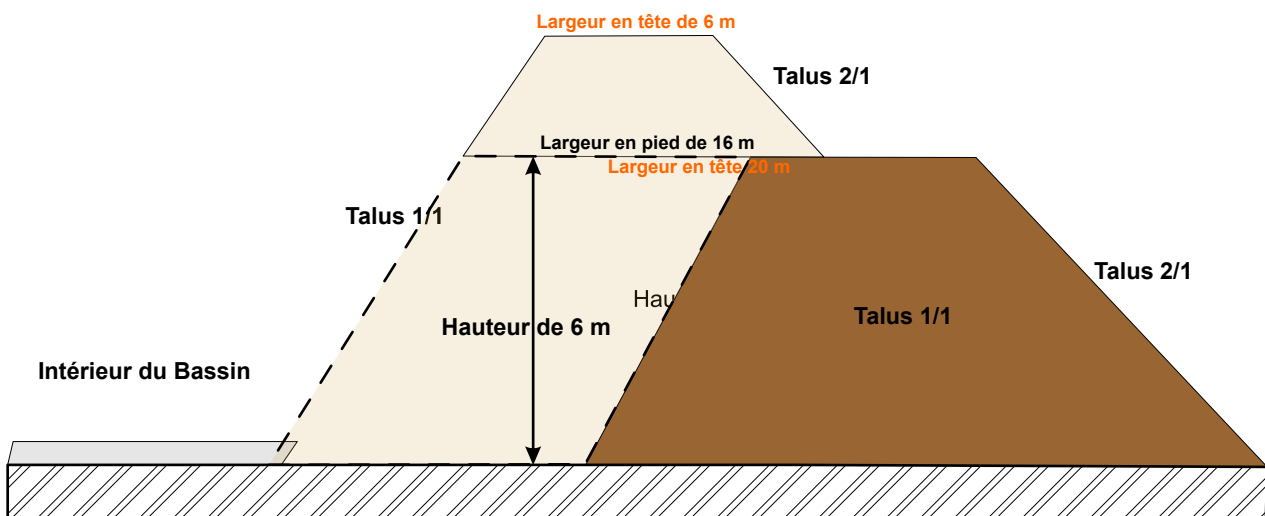
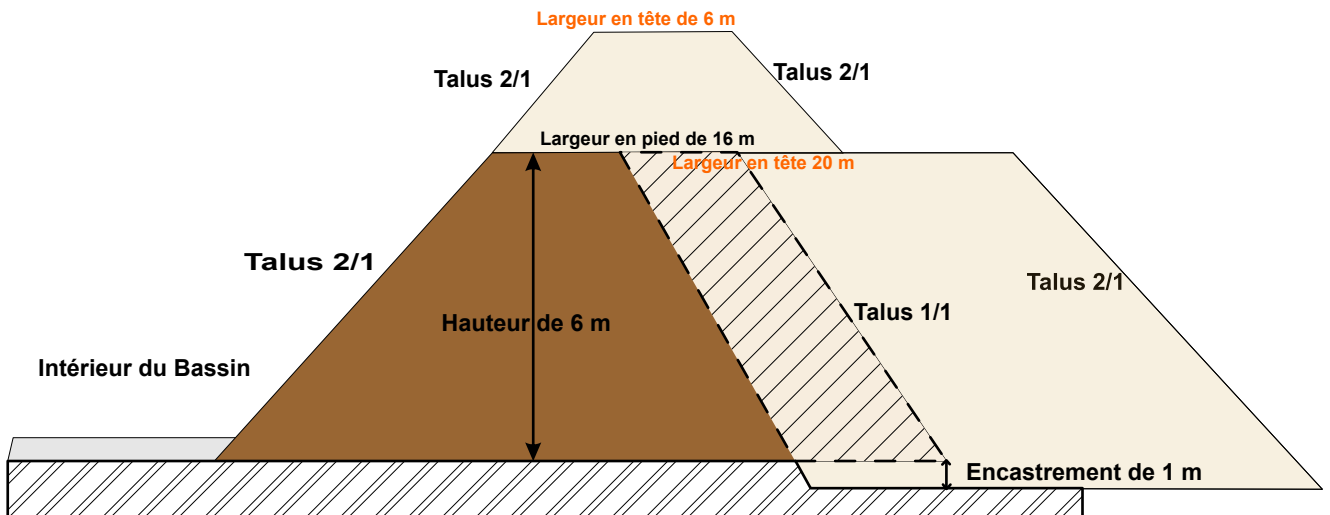
La zone de stockage temporaire délimitée par ARMINA [Cf. Figure 24] est constituée d'une tête de criquot qui sera fermée par une digue ancrée dans les versants des collines encadrant le criquot afin de créer un bassin étanche. Le criquot sera quant à lui dévié en amont de la zone de stockage pour rejoindre son cours naturel en aval.

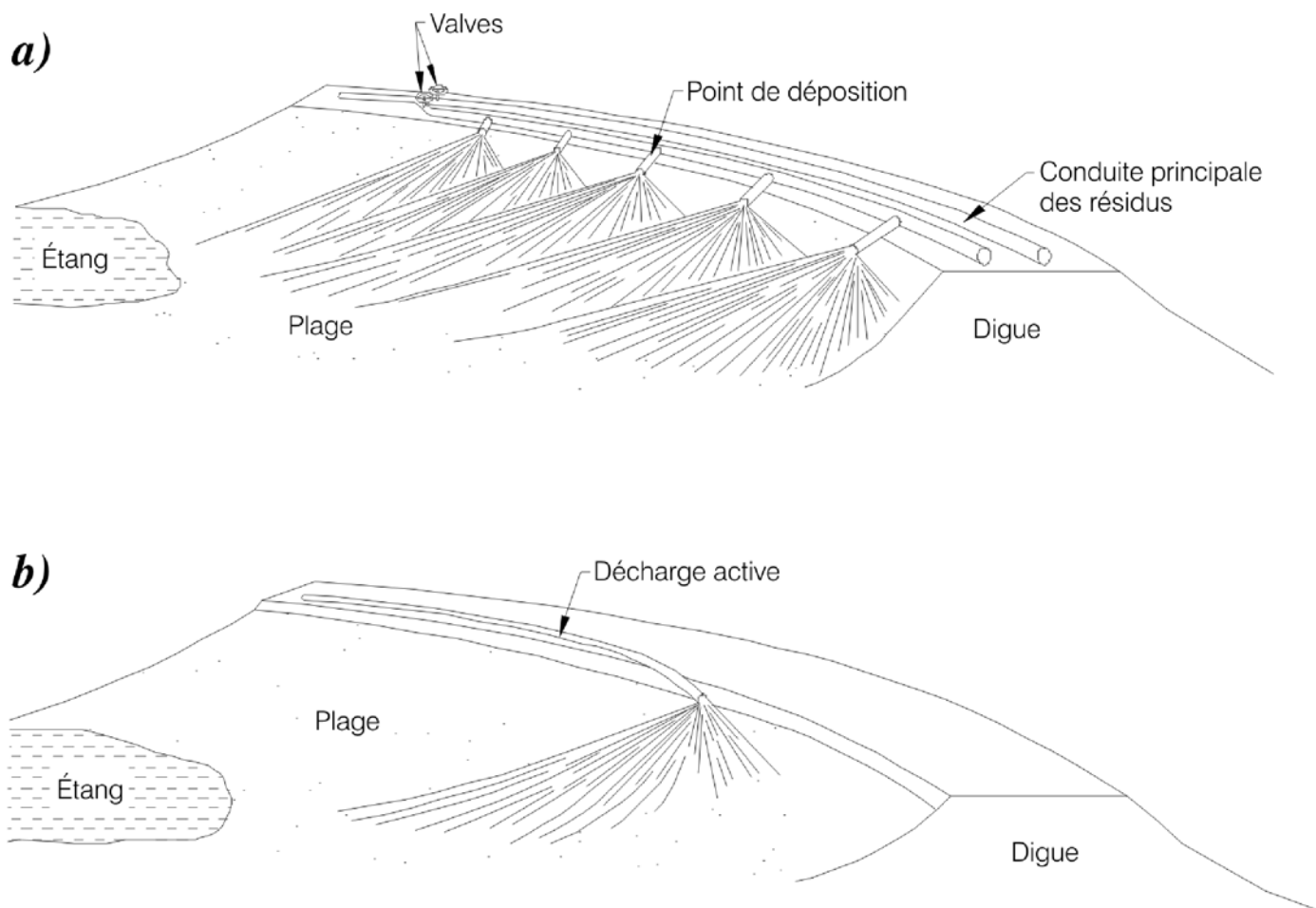
Les rejets en sortie de l'usine de traitement gravimétrique seront directement acheminés et **déversés en partie aval du bassin** en cours de remplissage, soit depuis le tracé de la digue à monter. La digue sera élevée par phases successives de manière coordonnée à l'avancée du remblaiement du bassin [Cf. Figure 27 et Figure 28].

Exemple de préconisations pour la création de digues



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





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

Les rejets décanteront dans le bassin de l'aval vers l'amont du bassin et un **canal de dérivation aménagé sur l'une des bordures du bassin assurera une bonne décantation des eaux**.

Le principe du canal de dérivation est que la courbure en entrée limite la sédimentation des rejets gravimétriques et permet uniquement la décantation des eaux claires.

Les eaux décantées seront pompées depuis l'extrémité du canal de dérivation et réemployées dans le **circuit fermé de l'usine gravimétrique**.

La taille du bassin sera prévue pour maximiser la décantation avant repompage de l'eau pour réutilisation dans le traitement (une longueur d'au moins 3 fois la largeur sera appliquée). La digue du bassin sera conçue de manière à garantir la stabilité générale de l'ouvrage, c'est-à-dire éviter les conditions hydro-géotechniques d'un glissement de la digue, d'ensemble ou localisé, qui conduirait à une reprise partielle mais rapide des fines stockées, sédimentées et partiellement indurées par les eaux superficielles.

Le dimensionnement de ce bassin de rejets gravimétriques et de la digue associée fera l'objet d'une étude géotechnique, et sera développé dans le cadre du futur dossier de demande d'autorisation au titre des ICPE.

4.2.1.2 Reprise des rejets de la gravimétrie

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'usine de cyanuration [Cf. Figure 29].

Le transport des rejets jusqu'à l'usine de cyanuration s'effectuera par **conduites**. La pulpe sera traitée par hydrocyclonage et mise en stock tampon avant d'être introduite dans l'usine de cyanuration.

4.2.2 Moyens matériels et humains alloués au traitement par gravimétrie et à la gestion de rejets de la gravimétrie

Les engins nécessaires à la reprise des rejets gravitaires seront :

- lances monitors et pompes à boue ;
- conduites pour le transport des rejets en pulpe ;
- grille et motopompe pour la séparation des éventuels fragments de bois, de métal...
- hydrocyclones ou batteries d'hydrocyclones pour l'essorage des rejets.

Les équipements de support de l'exploitation minière seront également mobilisés [Cf. § 4.1.7]. Les équipements associés à l'usine de traitement gravimétrique sont présentés au § 4.2.

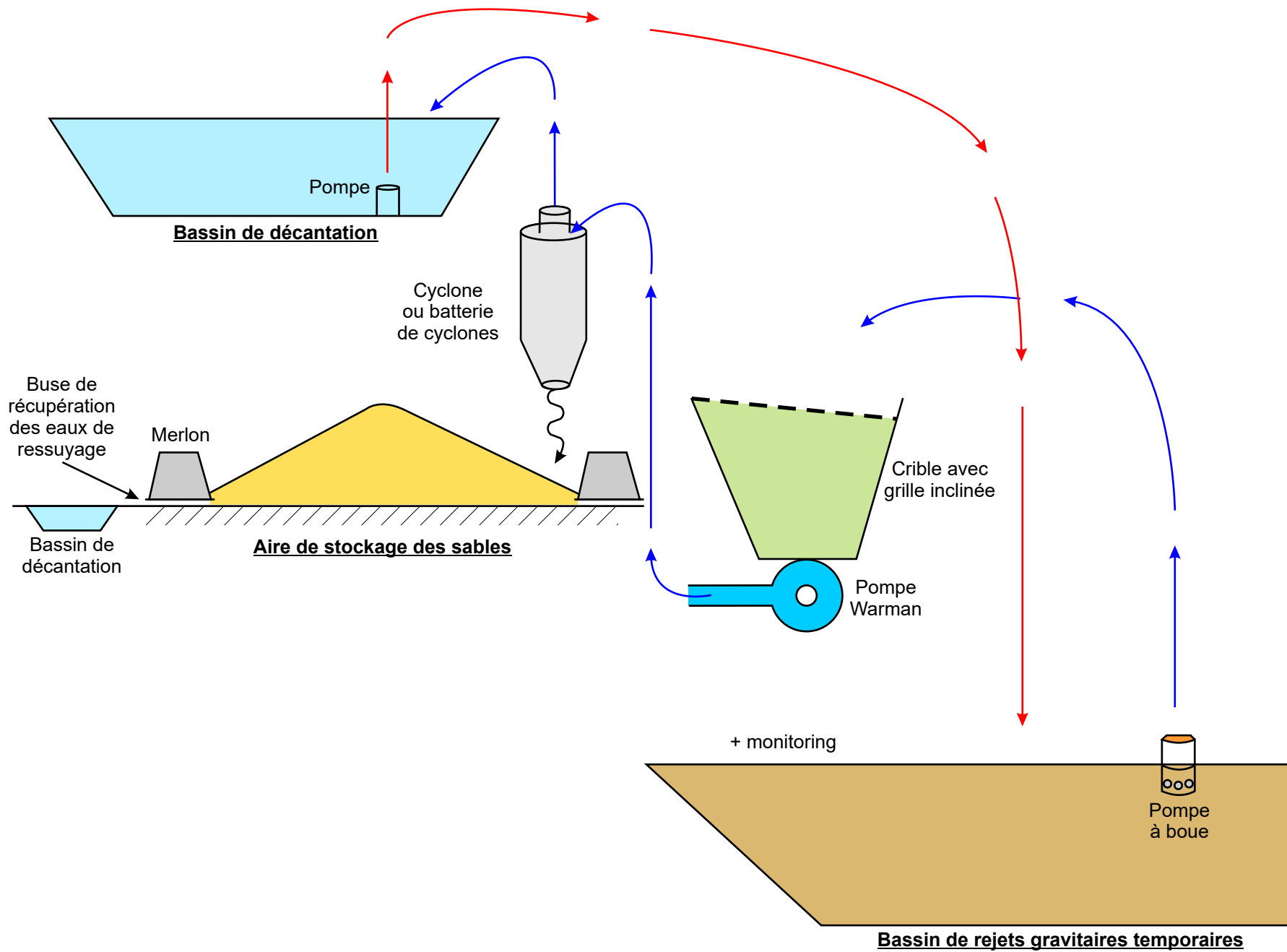


Figure 29

Le personnel affecté au traitement gravimétrique est indiqué dans le tableau ci-après.

Fonction	Nombre d'employés
Opérateur chargeuse alimentation minerais (2 équipes)	4
Opérateur usine gravimétrique (2 équipes)	8
Opérateur goldroom	1
Opérateur reprise de rejets (2 équipes)	4
Chef d'exploitation de l'usine	1
Total	18

4.3 TRAITEMENT PAR CYANURATION

En plus du procédé de traitement gravimétrique décrit précédemment, une unité supplémentaire sera créée afin de permettre la récupération de l'or très fin présent dans les rejets gravimétriques **irrécupérable par voie gravimétrique (soit 70 % environ de l'or présent dans le minerai en entrée d'usine gravimétrique)**.

Cette unité aura une **capacité de traitement de 1 000 tonnes par jour sur 300 jours/an**. Les rejets de l'usine gravimétrique stockés dans le bassin prévu à cet effet seront entièrement repris et soumis à la **cyanuration directe, avec précipitation de l'or sur du charbon activé (méthode CIL : « Carbon In Leach » ou charbon en lixiviation)**.

Son emplacement est représenté sur la **Figure 24**. Les groupes électrogènes, la station électrique et les transformateurs seront situés à proximité de l'unité de cyanuration.

Le schéma de procédé de l'unité de cyanuration est présenté sur la **Figure 30**.

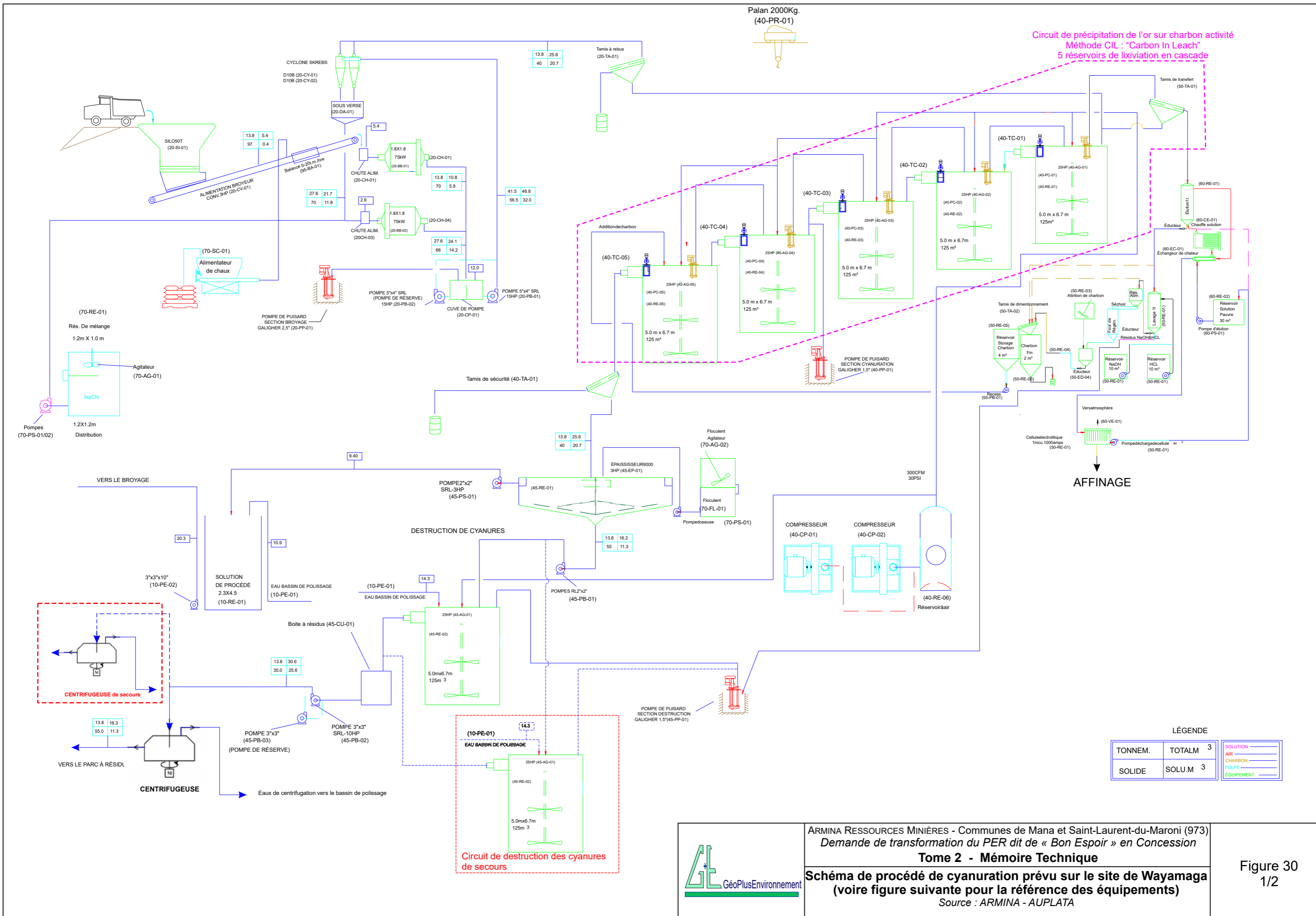
4.3.1 Principales étapes du traitement par cyanuration

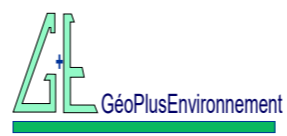
4.3.1.1 Préparation de la pulpe cyanurée

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.

4.3.1.2 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.



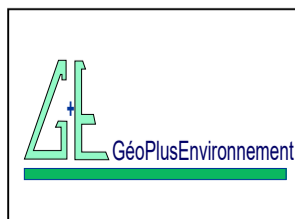
	ARMINA RESSOURCES MINIÈRES - Communes de Mana et Saint-Laurent-du-Maroni (973) Demande de transformation du PER dit de « Bon Espoir » en Concession Tome 2 - Mémoire Technique		Figure 30 1/2
	Schéma de procédé de cyanuration prévu sur le site de Wayamaga (voire figure suivante pour la référence des équipements) Source : ARMINA - AUPLATA		

Équipements		Capacité /	
Description:	kW	Dimension	
Section # 10 alimentation d'eau:			
10-PE-01	Pompe pour eau fraîche H.G. avec moteur	15.00	Flight 2140
10-RE-01	Réservoir d'eau de procédé		2300 X 4500
10-PE-02	Pompe d'eau de procédé	7.50	3" x 3" x 14" 1485
10-PE-03	Pompe d'eau pour éducteur et gland de pompe	7.50	2" x 1-1/2" x 10" 1735
Total alimentation d'eau:		30.00	
Section # 20 Broyage:			
20-S-01	Silo à minerais, blindé avec de la plaque résistant à l'usure		50 Tonnes
20-CV-01	Convoyeur alimentation Broyeur primaire	7.50	600 X 12 000 long
20-CH-01	Chute d'alimentation		
20-CH-03	Chute d'alimentation		
20-CP-01	Cuve de pompes alimentation des cyclones		1,50 m3
20-PB-01	Pompe d'alimentation des cyclones, SRL-C complète avec moteur	11.25	125 X 100 V.V.
20-PB-02	Pompe d'alimentation des cyclones, SRL-C complète avec moteur	11.25	125 X 100 V.V.
20-CY-01	Cyclone Kreb		D10B
20-CY-02	Cyclone Kreb		D10B
20-BB-01	Broyeur à boulets/moteur et blindage	75.00	1,8m X 1,8m
20-BB-02	Broyeur à boulets/moteur et blindage	75.00	1,8m X 1,8m
20-CH-02	Chute de décharge du broyeur à boulets		---
20-Ch-04	Chute de décharge du broyeur à boulets		---
20-DA-01	Dalles de sortie des cyclones souverse		selon dessin
20-TA-01	Tamis vibrant à rebus	2.25	,6 X 1,2
20-PB-03	Pompe d'alimentation d'épaississeur ou lixiviation	7.50	75mm X 75mm 1485 tpm
20-PB-04	Pompe d'alimentation d'épaississeur ou lixiviation	7.50	75mm X 75mm 1485 tpm
20-PP-01	Pompe de puisard, complète avec moteur - SALA VASA G 234 (zone broyeur)	5.60	60mm - 1085 tpm
Total Broyage:		202.85	

Équipements		Capacité /	
Description:	kW	Dimension	
Section # 45 destruction de cyanures/ Épaississeur:			
45-EP-01	Épaississeur, mécanisme, moteur et valves	2.25	Mécanisme/râteaux
45-RE-01	Réservoir		9,0m dia. 3,6m
45-PB-01	Pompe souverse épaississeur vers la destruction de cyanure ou la lixiviation avec moteur	2.25	50 X 50 SRL V.V.
45-PS-01	Pompe surverse épaississeur vers le réservoir d'eau de procédé avec moteur	2.25	50 X 50 SRL V.V.
40-PP-01	Pompe de puisard, complète avec moteur - SALA VASA G 234 (zone broyeur)	5.60	60mm - 1085 tpm
45-AG-01	Agitateur de destruction de cyanure		
45-RE-02	Réservoir de destruction de cyanure		
45-PB-02	Pompe alimentation destruction de cyanure (SRL)	3.75	75mm X 75mm 1485 tpm
45-PB-03	Pompe alimentation destruction de cyanure (SRL)	3.75	75mm X 75mm 1485 tpm
45-CU-01	Cuve de pompe à rejets		0,75 m3
45-PB-04	Pompe pour rejets (SRL)	7.50	75mm X 75mm 1485 tpm
45-PB-05	Pompe pour rejets (SRL) Centrifugeuses	7.50	75mm X 75mm 1485 tpm
Total: Destruction de cyanures/ Épaississeur:			
Secteur # 50 Traitement du charbon:		34.85	
50-TA-01	Tamis de transfert	2.25	,6 X 1,2
50-RE-02	Vaisseau de lavage à l'acide c/a tamis		1,0 tonnes fibre
50-ED-01	Éducteur		S.S 50mm
50-FR-01	Four à régénération complet à l'huile	0.50	25 kilos/heure
50-RE-03	Réservoir d'attrition		1,5m³
50-AG-01	Agitateur d'attrition	0.05	
50-RE-04	Réservoir Quench		1,0m³
50-ED-02	Éducteur de transfert de charbon		Acier 50mm
50-TA-02	Tamis vibrant de classification de charbon	2.25	,6 X 1,2
50-RE-05	Réservoir d'entreposage de charbon		1,5m³
50-RE-06	Réservoir de charbon fin		1,5m³
50-PB-01	Pompe à charbon SRL	2.25	50mm X 50mm
50-PR-01	Pont roulant	1.50	2 tonnes
Total # 60 Traitement du charbon		8.80	

Équipements		Capacité /	
Description:	kW	Dimension	
Section # 40 Lixiviation:			
40-AG-01	Agitateur, complet avec mécanisme d'agitation, d'aération et moteur	18.80	Hélice 2 300
40-TC-01	Tamis statique (Kemex)		Capacité débit 50m³/hr
40-RE-01	Réservoir d'acier c/a plateformes		5.5m x 6,7m 158m³
40-PC-01	Pompe de transfert de charbon	2.25	38mm
40-AG-02	Agitateur, complet avec mécanisme d'agitation, d'aération et moteur	18.80	Hélice 2 300
40-TC-02	Tamis statique (Kemex)	2.25	Capacité débit 50m³/hr
40-RE-02	Réservoir d'acier c/a plateformes		5.5m x 6,7m 158m³
40-PC-02	Pompe de transfert de charbon	2.25	38mm
40-AG-03	Agitateur, complet avec mécanisme d'agitation, d'aération et moteur	18.80	Hélice 2 300
40-TC-03	Tamis statique (Kemex)	2.25	Capacité débit 50m³/hr
40-RE-03	Réservoir d'acier c/a plateformes		5.5m x 6,7m 158m³
40-PC-03	Pompe de transfert de charbon	2.25	38mm
40-AG-04	Agitateur, complet avec mécanisme d'agitation, d'aération et moteur	18.88	Hélice 2 300
40-TC-04	Tamis statique (Kemex)	2.25	Capacité débit 50m³/hr
40-RE-04	Réservoir d'acier c/a plateformes		5.5m x 6,7m 158m³
40-PC-04	Pompe de transfert de charbon	2.25	38mm
40-AG-05	Agitateur, complet avec mécanisme d'agitation, d'aération et moteur	18.80	Hélice 2 300
40-TC-05	Tamis statique (Kemex)	2.25	Capacité débit 50m³/hr
40-RE-05	Réservoir d'acier c/a plateformes		5.5m x 6,7m 158m³
40-PC-05	Pompe de transfert de charbon	2.25	38mm
40-TA-01	Tamis de sécurité	2.25	,6 X 1,2
40-PP-01	Pompe de puisard, complète avec moteur - SALA VASA G 234 (zone broyeur)	3.75	38mm - 1085 tpm
40-CP-01	Compresseur	55.00	8,5m³ minute 200 kPa
40-CP-02	Compresseur de réserve	55.00	8,5m³ minute 200 kPa
40-RE-06	Réservoir à air		2300 litres
40-PP-01	Pompe de puisard, complète avec moteur - SALA VASA G 234 (zone broyeur)	5.60	60mm - 1085 tpm
Total Lixiviation:		235.93	

Équipements		Capacité /	
Description:	kW	Dimension	
Désorption/Électrolyse/Affinage:			
60-RE-01	Vaisseau d'éluion		1 000 kilos
60-CE-01	Chauffe eau	150.00	
60-EC-01	Échangeur de chaleur		7m² surface X 2
60-PS-01	Pompe d'éluion	2.25	3m³/hr
60-RE-02	Réservoir de solution pauvre		15m³ 2500 x 3500
60-CE-01	1 cellule électrolytique		1,0m³
60-CE-01-B	1 redresseur de courant 200 A	15.00	
60-VE-01	Ventilateur	2.25	
60-PA-01	Palan au dessus de la cellule	0.50	1 tonne
60-PS-03	Pompe de décharge de la cellule	0.75	3m³/hr
60-PN-01	Panne pour lavage de cathodes		
60-SC-01	Séchoir pour le concentré	7.50	
60-VE-01	Ventilation	2.25	c/a tuyauterie
Total Désorption/Électrolyse/Affinage		181.60	NON INCLUS
Secteur # 70 Distributeur à réactifs:			
70-SC-01	Système de distribution de chaux	1.00	Capacité de 6 poches
70-AG-01	Agitateur flocculant	1.10	300mm
70-FL-01	Réservoir flocculant		1,5m³ double
70-PM-01	Pompes de distribution		Doseuse
70-AG-02	Agitateur NaOH	1.10	300mm
70-RE-02	Réservoir NaOH		1,5m³ double
70-PS-02	Pompe de distribution NaOH	0.75	Magnétique 1"
70-RE-03	Réservoir acide HCL		3,0m³ fibre de verre simple
70-PS-03	Pompe de distribution d'acide	0.75	Magnétique 1"
70-AG-04	Agitateur sulfate de cuivre		300mm
70-RE-04	Réservoir sulfate de cuivre		1,5m³ fibre de verre double
70-PS-04	Pompe de distribution sulfate de cuivre	0.75	Doseuse
70-AG-05	Agitateur métabisulfite		300mm
70-RE-05	Réservoir métabisulfite		1,5m³ fibre de verre double
70-PS-05	Pompe de distribution nétabisulfite	0.75	Doseuse
70-RE-06	Réservoir Cyanure		1,5m³ double
70-AG-06	Agitateur de cyanure	1.10	300mm
70-PS-06	Pompes de distribution de cyanure	0.50	Doseuse
70-PS-06-B	Pompes de distribution cyanure	0.50	Doseuse
70-PP-01	Pompe de puisard, complète avec moteur - SALA VASA G 234 (zone broyeur)	1.50	38mm - 1085 tpm
Total Distribution de Réactifs		9.80	



ARMINA RESSOURCES MINIÈRES - Communes de Mana et Saint-Laurent-du-Maroni (973)
Demande de transformation du PER dit de « Bon Espoir » en Concession

Tome 2 - Mémoire Technique

Références des équipements de l'unité de cyanuration

Source : ARMINA-AUPLATA

Figure 30
2/2

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

4.3.1.3 Élu­tion 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**.

4.3.1.4 Destruction des cyanures

À la sortie du dernier réservoir de lixiviation, la pulpe appauvrie en or et contenant encore des cyanures sera acheminée vers un réservoir ventilé. Le traitement prévu pour détoxifier 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 et 9, 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). L'objectif d'ARMINA est d'**atteindre une teneur en cyanures facilement libérables inférieure à 5 ppm**, le seuil réglementaire étant de 10 ppm.

4.3.2 Principe général de stockage des résidus ultimes décyanurés

Deux zones de stockage ont été définies par ARMINA [Cf. Figure 24] au niveau de 2 têtes de criquots qui seront fermées par une digue de rétention ancrée dans les versants des collines encadrant le criquot. Le criquot sera quant à lui dévié en amont de la zone de stockage pour rejoindre son cours naturel en aval.

Le principe de base qui sera retenu dans le cadre de ce projet sera de **séparer les fonctions de soutènement et d'étanchéité du stockage en deux ouvrages distincts**, c'est-à-dire, de séparer le rôle de soutènement des résidus décyanurés de celui de retenue des lixiviats (eaux exfiltrées des résidus décyanurés) et donc de créer ou d'utiliser un ouvrage perméable et drainant à rôle de soutènement des résidus décyanurés et de créer un second ouvrage étanche en aval à rôle de retenue des eaux de ruissellement et d'égouttage des résidus.

Cette solution conduira alors à la création d'un bassin étanche mais avec deux compartiments :

- 1) en amont **une digue de rétention des résidus décyanurés qui sera perméable**, et conçue comme un épais masque graveleux (petits enrochements latéritiques). Il s'agira d'un remblai en matériaux graveleux construit par phases successives suivant l'augmentation du niveau des résidus à contenir ;
- 2) d'autre part en aval, **un bassin d'eau claire de faible volume retenu par une digue imperméable de faible hauteur**, construite en aval au pied de la première, qui ne retiendra que les eaux issues du bassin de stockage des résidus décyanurés en amont avant leur reprise par pompage. Il s'agira là d'une digue classique étanche en produits argileux compactés réalisée en une seule étape. Les eaux retenues par ce bassin étanche aval seront les eaux issues du ressuyage des résidus décyanurés, *a priori* de très faible volume, et les eaux météoriques collectées par le strict impluvium du bassin.

Ce bassin aval sera par la suite enseveli sous les sables du bassin suivant en aval, qui aura lui-même un bassin de retenue des eaux sur sa partie aval.

La **Figure 31** illustre, en coupe, le principe de séparation des fonctions de rétention et d'étanchéité du stockage en deux ouvrages distincts.

Les résidus auront préalablement été épaissis pour atteindre une teneur en eau de l'ordre de 30%, leur conférant une **texture proche de la pâte à dentifrice**. Ils pourront ainsi être transportés par conduites, bandes transporteuses ou tombereaux.

Des pistes de surveillance autour des nouveaux parcs seront mises en place. Des fossés de dérivation des eaux pluviales et de dérivation des crues seront également réalisés en amont en périphérie de ces nouvelles zones de stockage.

Les modalités de constitution de ces parcs à résidus décyanurés feront l'objet d'une étude géotechnique et seront développées dans le futur dossier de demande d'autorisation au titre des ICPE, incluant une étude d'impact spécifique et détaillée.

4.3.3 Equipements prévus

Le tableau ci-après reprend les grands postes d'équipement de l'unité de cyanuration, et les puissances électriques associées.

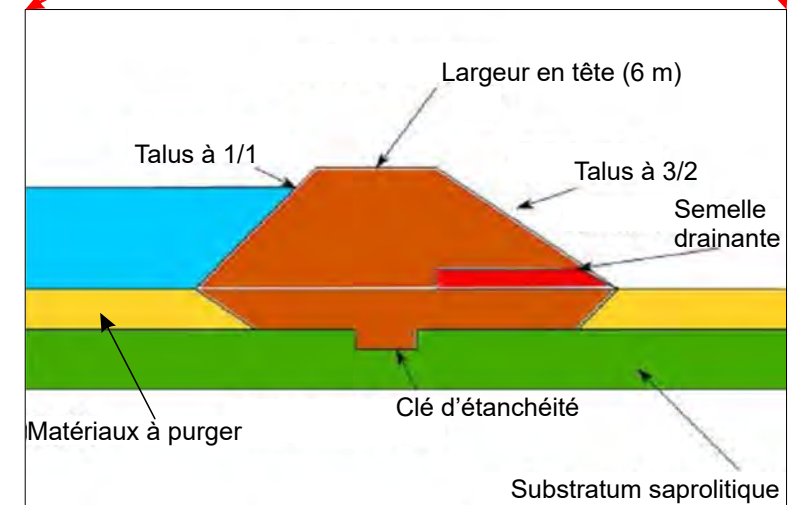
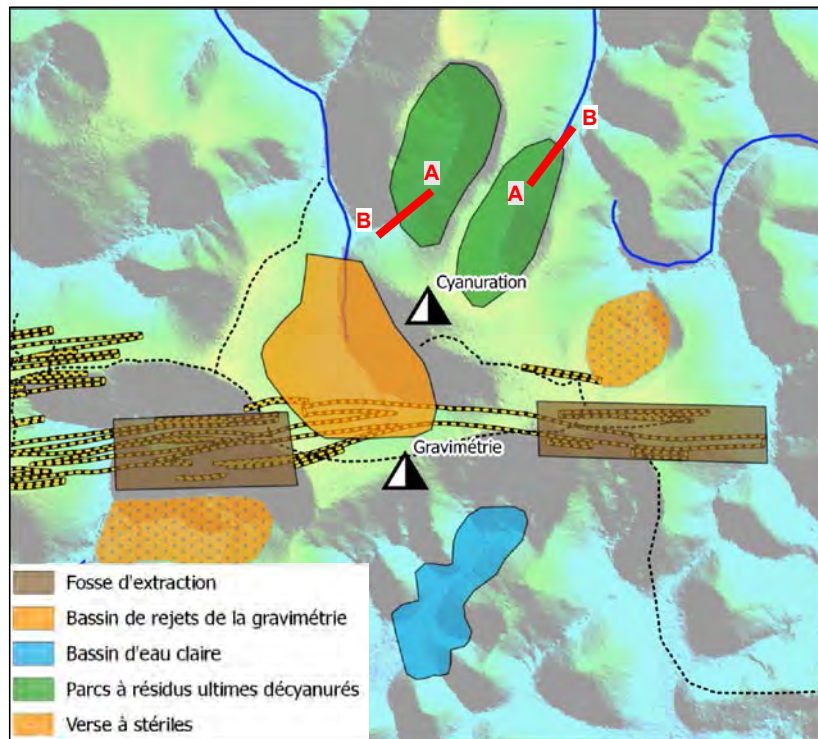
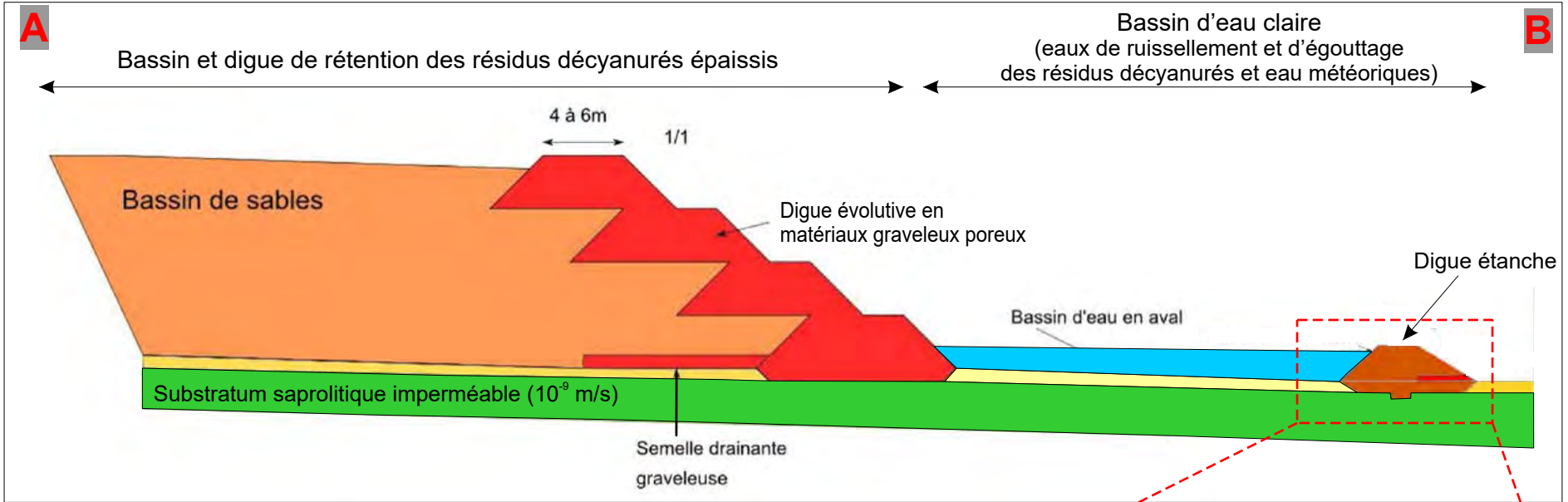


Figure 31

Poste d'utilisation	Détail	Puissance électrique installée (kW)
Alimentation en eau	Pompes eau fraîche, eau de procédé, éducteur...	30
Broyage	Broyeurs à boulets, divers convoyeurs, tamis, pompes et divers	700
Lixiviation	Agitateurs, pompes, tamis, compresseurs et divers	234
Epaississeur	Epaississeur (moteur, mécanisme...), pompes et divers	7
Destruction des cyanures	Pompes	35
Epaississement et centrifugation des résidus décyanurés	Epaississeur suivi de 2 centrifugeuses	2x75
Traitement du charbon	Tamis, four à régénération, agitateurs, tamis vibrant, pompes et pont roulant	9
Laboratoire	Désorption, électrolyse	150
Distribution des réactifs	Système de distribution, agitateurs, pompes	10
TOTAL	Connecté	1 325
	Doublons	- 75
	Net	1 250
	Utilisé à 80 %	1 000

Les doublons sont des unités mises en place dans l'usine par mesure de sécurité.

Les centrifugeuses possèdent leurs propres groupes électrogènes de 100 kW (un en marche et un de secours).

Ainsi, le total installé sur l'usine de cyanuration présentera une **puissance d'environ 1 325 kW**. Le détail de ces équipements est présenté en **Figure 30**.

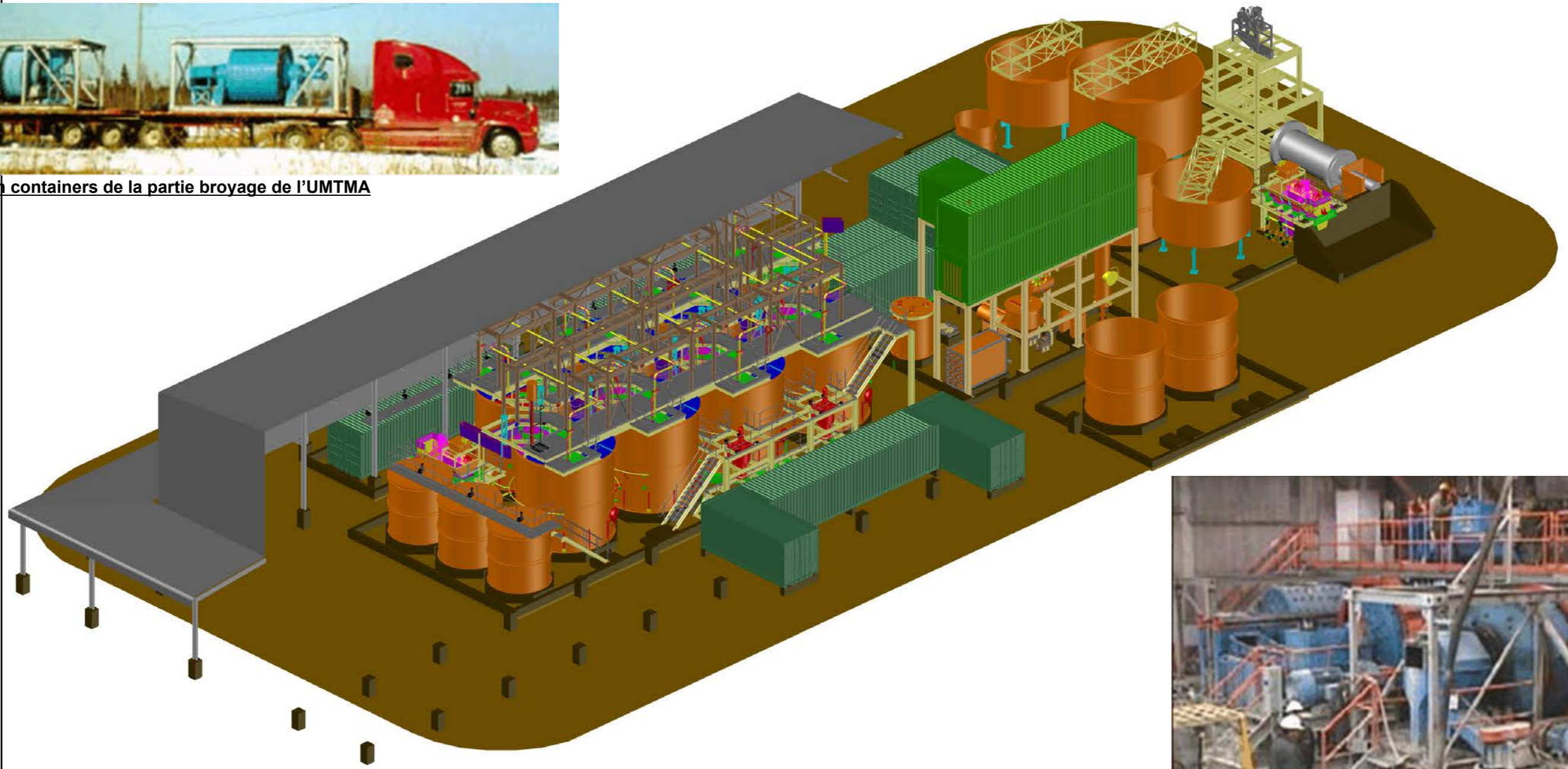
La **Figure 32** présente une vue modélisée en 3D et des photographies de cette future usine.

4.3.4 Moyens humains prévus

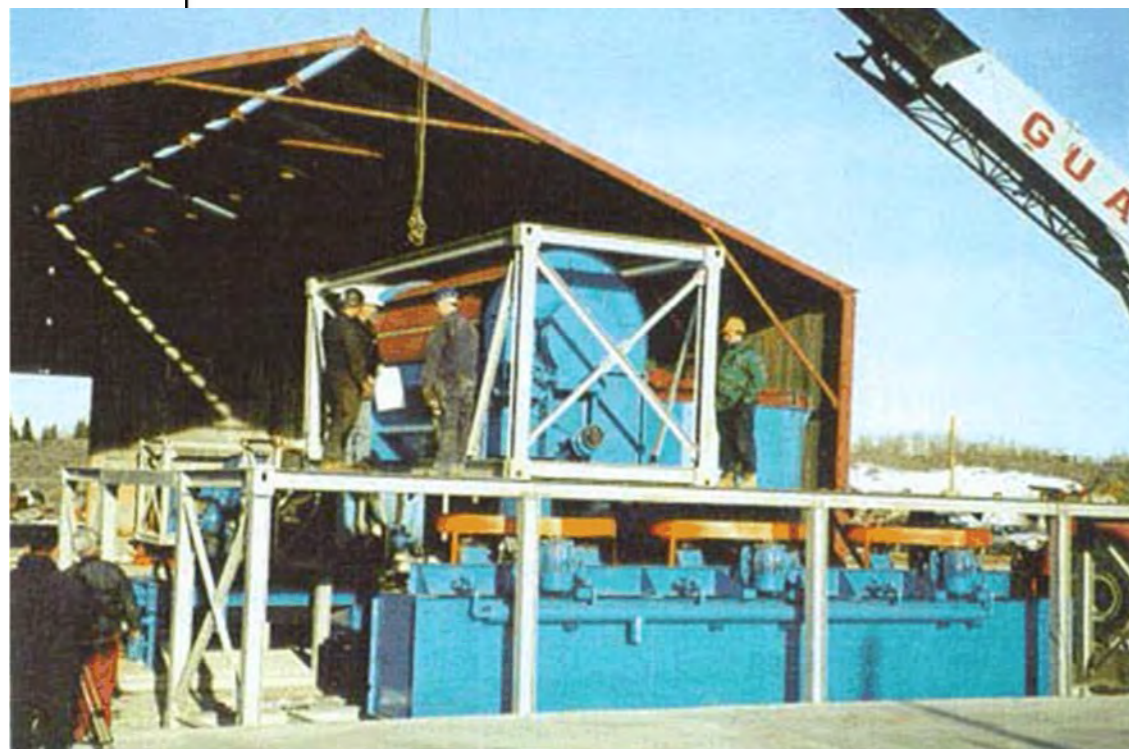
L'usine de cyanuration comptera **42 employés** répartis selon l'organigramme ci-après.



Transport en containers de la partie broyage de l'UMTMA



Unité UMTMA en cours de montage



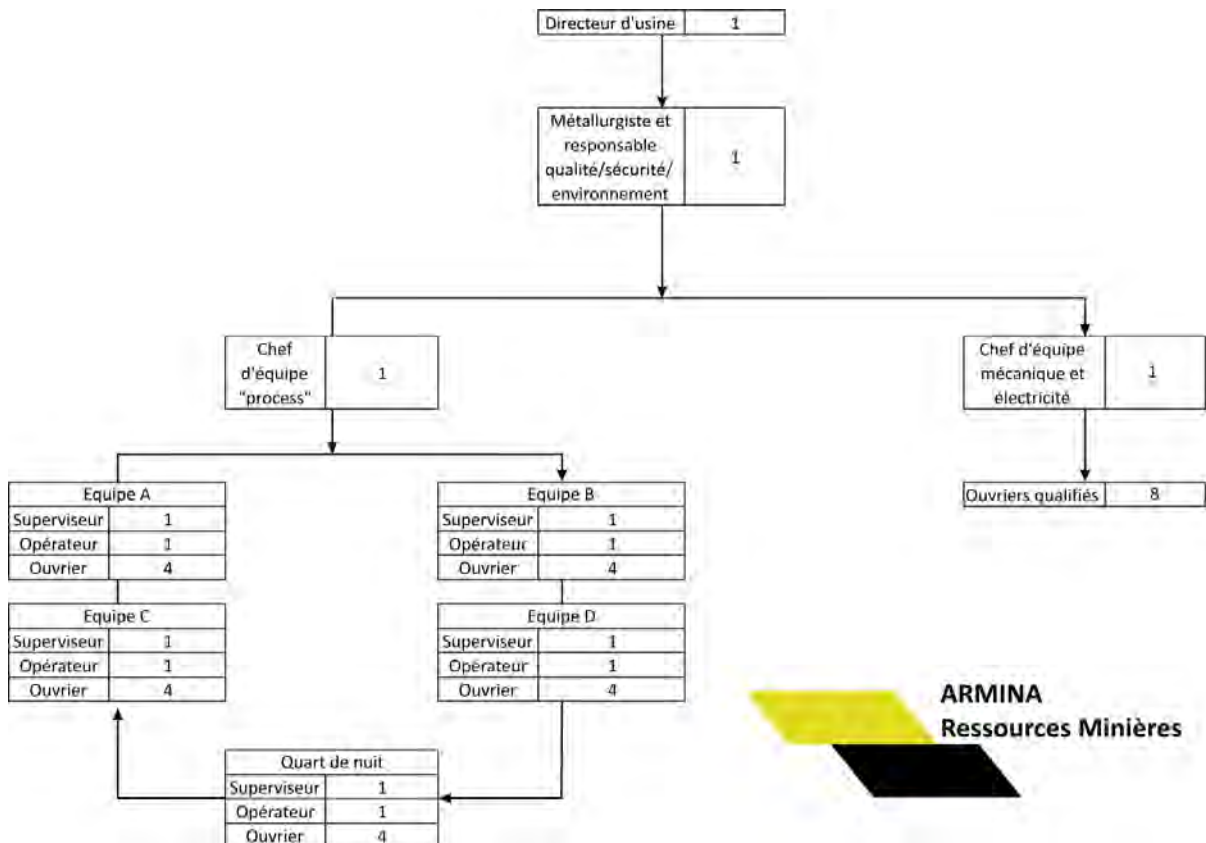
Assemblage d'une unité UMTMA



ARMINA RESSOURCES MINIÈRES - Communes de Mana et Saint-Laurent-du-Maroni (973)
 Demande de transformation du PER dit de « Bon Espoir » en Concession
Tome 2 - Mémoire Technique

Photographies et vues en 3D de l'unité de cyanuration prévue sur le site de Wayamaga

Sources : ARMINA, AUPLATA et SGS BATEMAN



4.4 INSTALLATIONS ANNEXES

4.4.1 Fourniture et distribution d'électricité

Du fait de son isolement, le site de Wayamaga est **éloigné de tout réseau électrique collectif**. L'électricité, indispensable au fonctionnement du site, devra donc être produite sur place, à l'aide de groupes électrogènes nécessaires au fonctionnement des usines et installations annexes de la future mine de Wayamaga :

- usine gravimétrique ;
- usine de cyanuration ;
- base-vie d'exploitation (laboratoire, magasin, atelier, réfectoire, logements, bureaux).

Les groupes électrogènes seront situés à proximité des infrastructures qu'ils alimentent afin de permettre un raccordement direct (une armoire électrique est présente au niveau de chacun des groupes) et éviter les pertes de charge.

Au niveau de la base-vie, un réseau de distribution aérien permettra de fournir les différents logements, le réfectoire et l'atelier en électricité.

Chaque générateur sera associé à un réservoir de carburant dont le volume sera adapté aux besoins de l'appareil.

4.4.2 Unités de pompage et alimentation en eau des usines

Le fonctionnement du site ne pourra se passer d'eau. Pour cela, celle-ci doit être produite directement sur le site, puisqu'il faut rappeler que le site de Bon Espoir est isolé au milieu de la forêt, et **non relié à un réseau public d'alimentation en eau**.

L'alimentation en eau du site se fera via des unités de pompage d'eau superficielle :

- **motopompes**, permettant d'alimenter l'usine gravimétrique et l'usine de cyanuration en routine en eau de *process* (il s'agit d'un **circuit fermé**). Ces motopompes seront alimentées par les eaux de décantation des bassins de rejets gravimétriques et des parcs à résidus décyanurés ;
- un pompage d'eau, constitué d'une **motopompe** (circuit de secours et d'appoint), situé dans un bassin de rétention des eaux pluviales. Ce circuit est utilisé en cas de manque d'eau, en saison sèche, pour alimenter les usines.

Enfin ARMINA installera une **unité de pompage destinée à alimenter la base-vie en eau**. Le puits de pompage sera positionné de façon à garantir une qualité de l'eau compatible avec son usage (eau sanitaire et potabilisation). Celle-ci sera ensuite potabilisée à l'aide de filtres UV et à diatomées.

4.4.3 Stockage et distribution des carburants

Le site disposera de cuves de stockage de gazole pour ses véhicules (pelles mécaniques, tombereaux, quads, pick-up 4x4, pirogues ...).

Les cuves seront disposées sur un **bac de rétention** constitué d'une **dalle bétonnée et de murs en parpaings (enduits intérieur et partiellement extérieur)**, à une hauteur d'environ 1,4 m.

Pour faciliter le ravitaillement des engins peu mobiles (pelles hydrauliques sur chenilles notamment), des cuves mobiles de ravitaillement pourront suivre le chantier d'extraction. **Ces cuves seront équipées d'un système de rétention autonome (double paroi)**.

Le ravitaillement des tombereaux et chargeurs sur pneus se fera au niveau du stock principal d'hydrocarbures, sur une **aire étanche bétonnée et reliée à un séparateur d'hydrocarbures**, selon une procédure stricte de livraison.

Les engins sur chenilles se trouvant dans les fosses d'extraction seront ravitaillés par un camion-citerne, à l'aide d'un **pistolet anti-égouttures et au dessus d'un bac de rétention ou d'une aire étanche mobile**.

Chaque groupe électrogène et chaque motopompe à eau devra être alimenté par sa propre réserve de combustible. Pour cela, des aires de stockage des carburants seront aménagées.

Les groupes électrogènes disposeront de leur propre rétention constituée d'une dalle bétonnée étanche et de murets en parpaings (enduits intérieur et partiellement extérieur). Les cuves de GNR (gazole non routier) les alimentant seront disposées dans des bacs de rétention étanches.

4.4.4 Maintenance

Le site disposera également :

- d'ateliers mécaniques, pour l'entretien et la maintenance des engins et des organes des usines ;
- des magasins de pièces détachées pour les engins et les organes des usines ;
- d'une **scierie** pour la construction et la réparation des bâtiments en bois (carbets, magasin, sanitaires, etc.).

4.4.5 Base-vie

Pour les besoins de fonctionnement du futur site minier, ARMINA établira un camp à proximité de l'unité de traitement. Cette **base-vie**, d'une **capacité d'environ 80 à 100 personnes**, sera alimentée électriquement par un groupe électrogène fonctionnant 24h/24. Elle accueillera :

- les locaux de restauration : la cuisine et le réfectoire ;
- les locaux affectés à l'hébergement du personnel : **carbets à chambres individuelles** ;
- des bureaux ;
- les blocs sanitaires, qui comprennent des douches, des toilettes, un lavabo et des lave-linges ;
- les miradors ;
- l'héliport ;
- les fosses toutes eaux, reliées aux sanitaires et aux eaux usées de la cuisine...

L'ensemble de ces infrastructures annexes sera intégrée à la future demande d'autorisation au titre des ICPE, notamment concernant le stockage et la distribution d'hydrocarbures.

5. PROGRAMME PREVISIONNEL DES TRAVAUX D'EXPLORATION PROJETES

Le **programme prévisionnel des travaux d'exploration** au sein de la future concession Bon Espoir est décrit ci-après pour les 5 premières années de validité du titre minier. En effet, le développement ultérieur de la prospection dépendra nécessairement des résultats obtenus et ne pourra se faire que de manière progressive.

Par ailleurs, à ce stade de demande de concession, le programme des travaux reste prévisionnel et le détail des opérations sera décrit à l'occasion des :

- dossiers de Déclaration d'Ouverture de Travaux Miniers (DOTM) qui concerneront les travaux d'exploration d'ampleur modérée (géochimie sols, petites tranchées, sondages inférieurs à 100 m de profondeur...);
- dossiers de demande d'Autorisation d'Ouverture de Travaux Miniers (AOTM) lorsque l'ampleur des travaux d'exploration menés imposera de se soumettre au régime de la demande d'autorisation (grandes tranchées, sondages à plus de 100 m de profondeur, volumes terrassés supérieurs à 20 000 m³).

Les travaux d'exploration projetés par Armina dans la future Concession Bon Espoir comportent à ce stade 4 types d'opérations :

- une campagne de géochimie sols ;
- une campagne de géophysique aéroportée ;
- une campagne de géophysique au sol ;
- une campagne de sondages.

5.1 GEOCHIMIE SOLS

Lors des deux premières années, des campagnes de prélèvement d'échantillons de sols pour analyse géochimique seront mises en œuvre afin de **couvrir la totalité de l'emprise du titre minier**. Ces travaux, réalisés dans la continuité des opérations déjà menées sur le site de Bon Espoir, représenteront un investissement matériel et humain très limité en comparaison des autres types d'opérations de prospection décrites ci-après, notamment la campagne de sondages.

5.2 GÉOPHYSIQUE AÉROPORTEE

Le programme de **géophysique aéroportée** (électromagnétisme) sera réalisé sur une vaste étendue géographique, incluant les 122 km² du titre de **Bon Espoir** mais également les PER voisins d'**Iracoubou Sud** (détenu par ARMINA et en cours de renouvellement) et de **Nem 4** (détenu par NEWMONT LASOURCE) [[Cf. Tome 1 : Document Administratif](#)].

Le relevé électromagnétique sera ainsi réalisé sur une surface totale de l'ordre de 500 km², mobilisant un hélicoptère sur une durée de 18 jours environ, en fonction des conditions météorologiques.

L'objectif de cette campagne sera de **localiser d'éventuels nouveaux prospects** au sein de ces titres miniers. Elle devrait être réalisée au cours de la deuxième année de validité de la concession.

5.3 GEOPHYSIQUE AU SOL

Une campagne d'**électrométrie au sol** sera réalisée au sein de la concession Bon Espoir, dans le but d'étudier les extensions du gisement tel qu'il est actuellement connu. Ces travaux seront réalisés au cours des 2 premières années de validité de la concession et représenteront un budget limité en comparaison avec la campagne de sondages.

La campagne sera opérée sur un linéaire total estimé à 25 km.

5.4 SONDAGES

Les travaux d'exploration prévisionnels les plus importants à ce stade du projet correspondent à une campagne de sondages qui devrait être initialement divisée en **3 phases (reconnaissance, développement et condamnation)** s'étalant sur une période budgétée de 5 ans.

5.4.1 1^{ère} phase : forages de reconnaissance

Dans un premier temps, ARMINA réalisera une campagne de **21 forages de reconnaissance** dont l'emplacement est indiqué sur la **Figure 33**. Ces ouvrages auront pour objectifs d'étudier les extensions potentielles du gisement actuellement connu, de tester des cibles récemment découvertes et de contrôler certaines continuités géologiques.

Cette campagne fait partie des travaux décrits dans la Déclaration d'Ouverture de Travaux Miniers (**DOTM**) déposée par **ARMINA en juillet 2016**.

L'emplacement exact des forages sera **adapté selon les conditions de terrain**, pour des raisons de sécurité (pentes trop fortes, arbres dangereux...) ou environnementales (arbres de plus de 60 cm de diamètre, espèce sensible reconnue). Dans tous les cas, aucun forage ne sera implanté en bordure de crique, dans une plantation de palmiers à huiles américains ni dans un secteur de fort enjeu écologique *a priori* (absent dans cette partie du périmètre, selon les données présentées dans le **Tome 3 : Notice d'Impact**) [Cf. **Figure 33**].

L'emploi d'une **foreuse portative** sera privilégié tant que les demandes seront régies par des DOTM et le métrage foré faible (moins de 7 000 m/an). La **consommation en carburants** (gazole et essence) des engins est estimée à **environ 2 500 L/mois**, variant entre 800 et 6 000 L/mois selon l'avancement de la campagne.

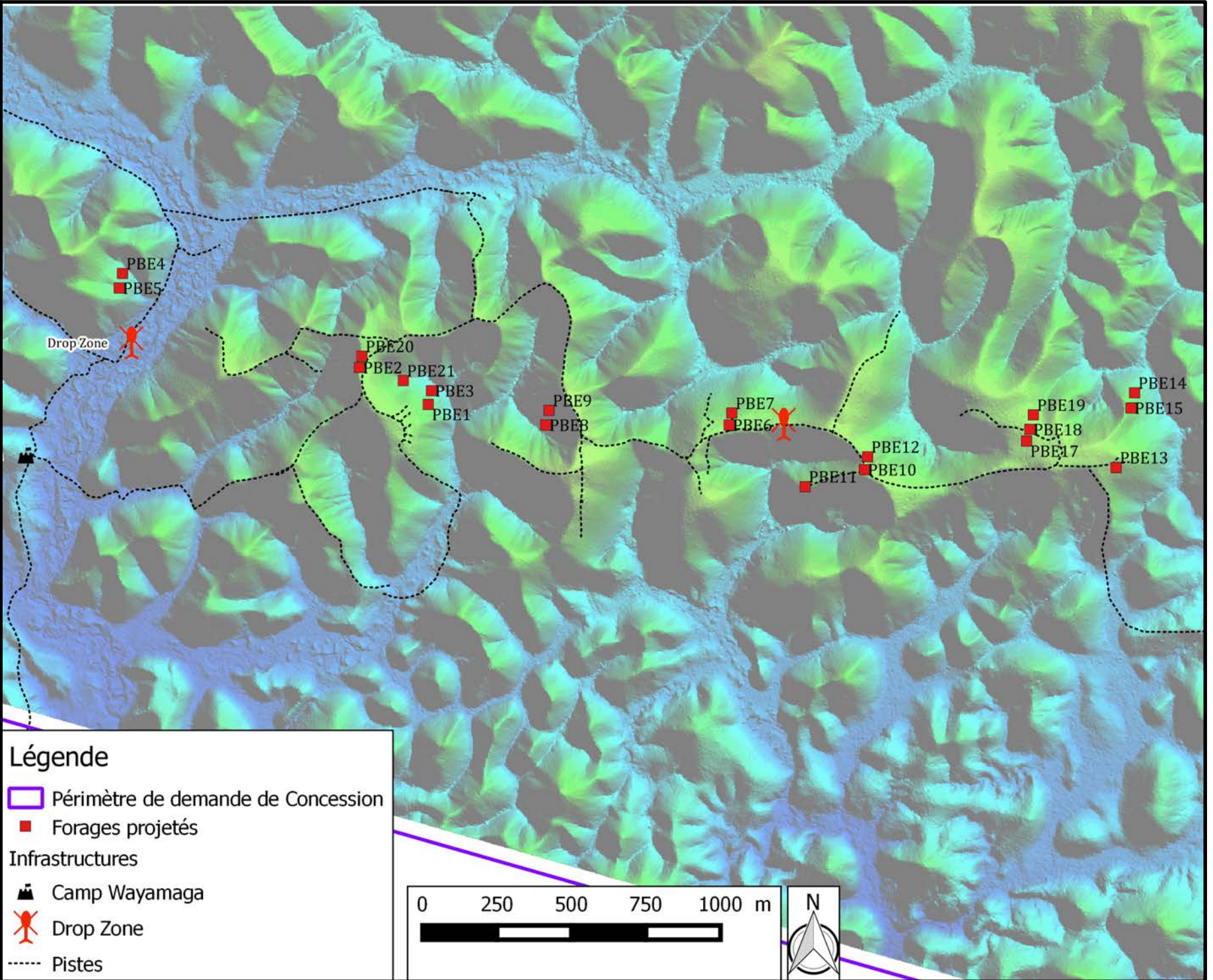


Figure 24

5.4.2 2^{ème} phase : forages de développement minier

Ensuite, ARMINA mettra en œuvre une **campagne de forages de développement minier**, qui sera **élaborée selon les résultats de la première phase**. Cette campagne sera réalisée de manière systématique selon une grille, la maille restant donc à définir, et **fera ainsi l'objet d'une demande d'AOTM comportant une étude d'impact** spécifique et détaillée.

La maille sera déterminée par la phase précédente et sera confirmée par les premiers forages de développement. Le métrage total nécessaire dépendra fortement de cette maille. Par exemple :

- pour une maille de 25 x 25 m, le métrage total additionnel serait de 88 km de linéaire de forage ;
- pour une maille de 50 x 50 m, le métrage total additionnel serait de 37 km de linéaire de forage.

Le métrage de pistes nécessaire à cette phase sera de 8 à 12 km de voies à l'intérieur du gisement pour la réalisation des forages. Il s'agira de pistes forestières à une voie de circulation sans revêtement. Toute piste non utilisée sera réhabilitée au cours de cette phase.

De plus, l'aménagement d'une piste de 19 km est envisagé lors de cette phase, reliant le projet de Bon Espoir à la piste de Paul Isnard [Cf. Figure 34]. Une reconnaissance pédestre de l'ensemble du tracé a déjà été effectuée afin de reconnaître le terrain. Le tracé définitif de cette piste n'est pas encore arrêté et dépendra des études environnementales et techniques. Dans un premier temps, les études environnementales seront les données prépondérantes car une piste à une voie de roulement est envisagée avec un contrôle en entrée. Cette piste sera améliorée (élargie) si la décision de construire la mine est prise en fin de phase de développement. Une étude d'impact spécifique détaillée sera alors réalisée.

C'est pour ces sondages de développement que la consommation en carburant sera maximale pour les travaux d'exploration, avec une moyenne estimée à **18 000 L/mois de carburants** (gazole et essence). Ils serviront principalement à alimenter les engins suivants :

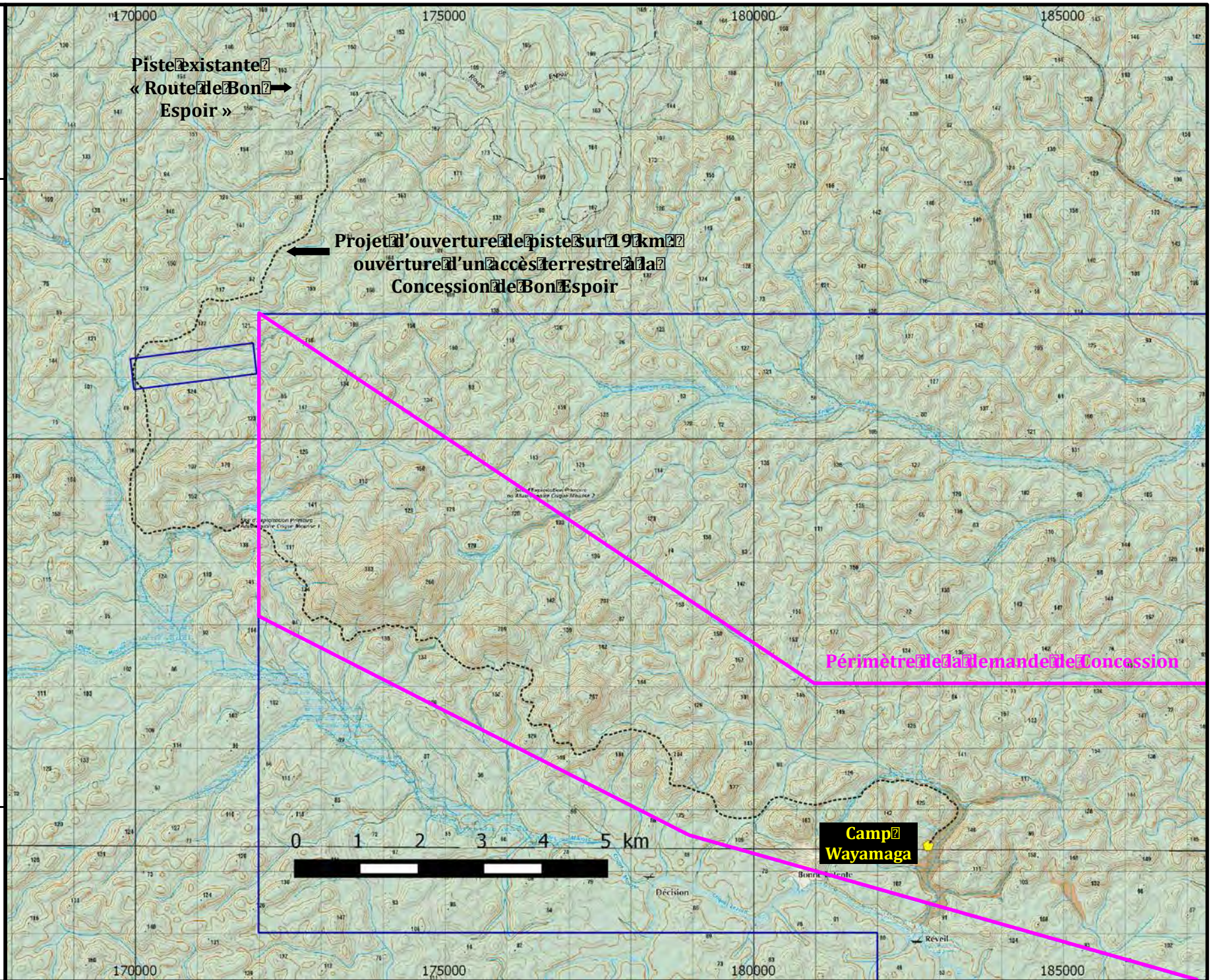
- 2 à 3 foreuses ;
- 1 à 2 bulldozers ;
- 1 pelle mécanique...

5.4.3 3^{ème} phase : forages de condamnation

La troisième phase de sondages concernera la réalisation de **forages de condamnation**, dont l'objectif est de **confirmer l'absence de gisement exploitable au droit de l'emplacement des futures infrastructures** fixes du site.

Dans l'état actuel du projet, **un linéaire de 12 km de forages** de condamnation est envisagé, et l'ouverture de 3 km de pistes nouvelles. Lors de cette phase seront en effet surtout réutilisées les pistes ouvertes ou réhabilitées lors des étapes précédentes. La **consommation en carburants** lors de cette phase s'élèverait alors à **environ 7 000 L/mois en moyenne**.

La définition précise de cette phase de forages ne pourra être réalisée que lorsque l'emplacement et le dimensionnement des infrastructures aura été finalisé, l'ensemble de ces opérations devant au préalable faire l'objet de dossiers au titre du Code de l'Environnement et du Code Minier, incluant alors une étude d'impact spécifique et détaillée.



5.5 BUDGET PREVISIONNEL D'EXPLORATION

Les investissements d'exploration dans le cas du développement d'un gisement primaire de taille majeure s'élèvent à plus de 31 millions d'euros sur près de 5 ans. Si l'ensemble de ces travaux donnent des résultats positifs, l'effort d'exploration se prolongera tout au long de la vie du site minier. **Chaque phase reste dépendante de la précédente.**

1. Pour entamer le développement d'un nouveau projet minier primaire, il faut d'abord réaliser une **première phase de reconnaissance**. Dans le cas du site de Bon Espoir, les **travaux d'exploration** menés jusqu'ici (qui font partie de cette **phase de reconnaissance**) se sont révélés **très encourageants**. De nombreux défis doivent cependant encore être relevés avant de démarrer la phase de développement. Cette phase de relatif « petit » budget (moins de 3 millions d'euros) est la plus critique et peut durer un à deux ans à partir de l'obtention de la concession.

C'est à l'issue de cette phase que le choix sera finalisé entre le développement d'un gisement de taille majeure (plus de 100 tonnes métal de ressources de qualité) ou un gisement de taille plus faible par une PME (de l'ordre de quelques dizaines de tonnes métal). Dans l'état actuel des connaissances, ARMINA a développé un **projet de mise en exploitation de 5 M de tonnes de minerai saprolitique pour en récupérer environ 8,6 t d'or [Cf. Chapitre 4]**.

2. La **deuxième phase, de développement**, est celle durant laquelle **le paramètre économique est prépondérant**. Un **modèle détaillé de la minéralisation** devra être réalisé et validé dans le moindre détail. C'est ce modèle qui permettra d'établir un plan minier pour un éventuel gisement majeur.

Cette phase de développement s'étalera sur plus de 3 ans (au minimum) et nécessitera un **investissement minimum de plus de 25 millions d'euros**. C'est la phase la plus onéreuse de l'exploration. A l'issue de cette phase, la décision sera prise de construire ou non une usine de traitement de minerai.

3. Enfin, la **dernière phase, de condamnation**, est une phase de pré-construction liée aux **contraintes d'aménagement des infrastructures**. Durant cette phase, **le montant des investissements d'exploration diminue significativement**, tandis que les montants dépensés pour la construction deviennent au contraire très importants.

Le budget prévisionnel total défini par ARMINA en l'état actuel des connaissances pour les premières années de validité de la Concession de Bon Espoir est présenté dans le tableau ci-après. Le budget alloué à la poursuite de la campagne de géochimie sols, négligeable devant ces montants, n'a pas été précisé.

Ces investissements sont précisés **à titre indicatif pour le moment** et seront revus pour les demandes d'autorisation nécessaires à la réalisation de ces travaux. Ils pourront être revus aussi bien à la hausse qu'à la baisse, en fonction des résultats d'exploration et de l'obtention des autorisations nécessaires. Ce tableau définissant l'effort d'investissement part de l'hypothèse, majorante, d'un développement de taille majeure.

Poste de dépense	An 1	An 2	An 3	An 4	An 5	An 6 et au-delà
Forage (frais direct et indirect incluant les demandes)*	2,6	2,8	8	12	4	A définir selon les résultats des 5 premières années d'exploration
Géophysique au sol*	0,05	0,1	-	-	-	
Géophysique aéroportée*	-	0,35	-	-	-	
Construction pistes*	-	1	1	-	-	
Budget total exploration et développement*	2,65	4,25	9	12	4	-
Nombre d'employés déployés sur le terrain (y compris sous-traitants)	18	31	34	35	16	-

* : montants estimatifs indiqués en millions d'euros (M€)

5.6 ORGANISATION DU SITE POUR L'EXPLORATION

5.6.1 Base-vie du camp Wayamaga

La **base-vie** utilisée par les équipes en charge des travaux d'exploration chez ARMINA, et qui continuera d'être utilisée après l'obtention de la Concession, est constituée par le **camp Wayamaga**, dont l'emplacement est précisé sur la **Figure 35**. Celui-ci dispose notamment des équipements suivants **[Cf. Figure 36]** :

- carbets collectifs pouvant accueillir une trentaine de personnes, dont 2 carbets fermés et climatisés ;
- un carbet accueillant la cantine et le réfectoire ;
- un carbet sanitaire (douches, toilettes, machines à laver) équipé d'une fosse toutes eaux dans les règles de l'art ;
- une pompe alimentant les réserves d'eau du camp, pour les usages sanitaires, prélevant dans la crique Réveil ;
- un carbet accueillant les bureaux ;
- 1 carothèque (1 autre en cours de construction) ;
- plusieurs carbets servant d'atelier et de stockage de matériel et de vivres ;
- plusieurs carbets de réserves d'hydrocarbures, disposés sur aire de rétention étanche ;
- 2 groupes électrogènes, respectivement de 9 et 16 kVA ;
- connexion internet par satellite...

Une **drop zone** a été aménagée à environ 500 m au Nord-Est du camp **[Cf. Figure 35]**, permettant l'acheminement de matériel et de personnel, voire de moyens de secours, par hélicoptère. Une autre **drop zone** se trouve plus près des zones de travail situées dans les hauteurs à l'Est du camp, à proximité des plateformes de forage de 2015-16.

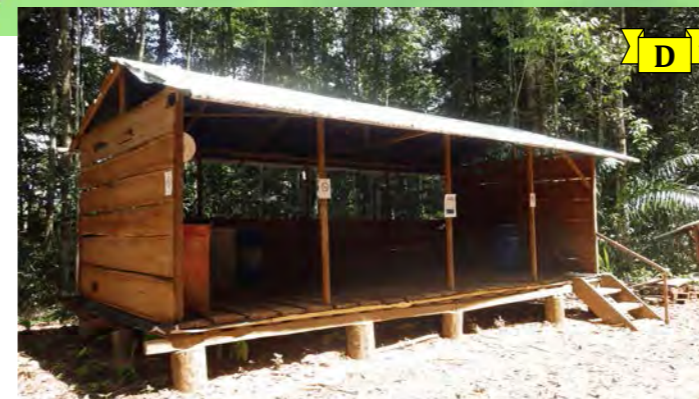
Cependant, l'essentiel du ravitaillement et les rotations du personnel se font par voie fluviale, depuis la Mana, la crique Lézard, et éventuellement la crique Réveil lorsque le niveau d'eau est élevé. Le site dispose de **3 quais de déchargement** permettant de s'adapter aux variations importantes de niveau des cours d'eau **[Cf. Figure 35]**.



Pont et pontons de franchissement de criques et de zones humides

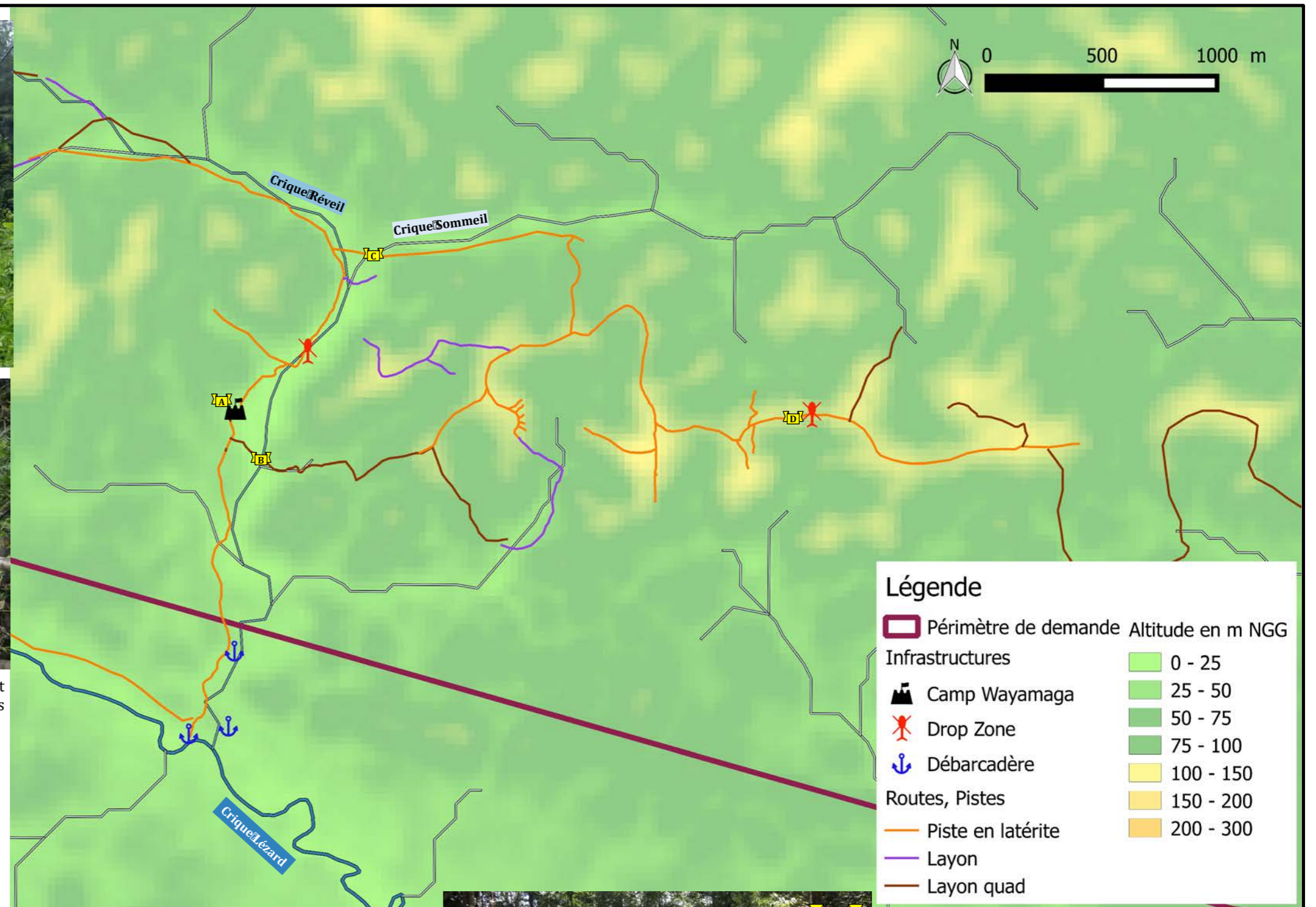


Vue du camp Wayamaga depuis l'Est



Carbet d'entreposage d'hydrocarbures à proximité de la Drop Zone se trouvant dans les hauteurs à l'Est du camp, sur rétention étanche

Date des photos : juin-juillet 2016



ARMINA RESSOURCES MINIÈRES - Communes de Mana et Saint-Laurent-du-Maroni (973)
Demande de transformation du PER dit de « Bon Espoir » en Concession

Tome 2 - Mémoire Technique

Infrastructures actuellement en place sur le site

Sources : USGS, ARMINA, GEO+

Figure 26



Vue aérienne du camp Wayamaga



Groupes électrogènes



Carothèque



Pompe (prélèvement dans la crique Réveil)



Réserves d'eau pompée pour le carbet sanitaire



Carbet réfectoire



Carbet sanitaire




Réserves d'hydrocarbures, sur rétention étanche



Carbet parking et atelier quads



Carbet de logement du personnel

	ARMINA RESSOURCES MINIÈRES - Communes de Mana et Saint-Laurent-du-Maroni (973) Demande de transformation du PER dit de « Bon Espoir » en Concession Tome 2 - Mémoire Technique	Figure 27
	Illustrations de la base-vie ARMINA du camp Wayamaga Sources : NEWMONT, GEO+ (2016)	

5.6.2 Personnel

Le personnel des équipes d'exploration fonctionnera selon des **roulements de type 2 semaines travaillées (7 jours sur 7) / 1 semaine de repos**. Le transfert des équipes se fait par pirogues, combiné à un ravitaillement (généralement bihebdomadaire) en vivres et en matériel. Le lieu de dépose et de récupération du personnel et du matériel est le dégrad du barrage Maman Valentin, à environ 4 h de pirogue en aval sur la Mana.

L'équipe ARMINA d'exploration voit donc son personnel changer régulièrement, mais le nombre d'employés présents sur site est généralement de l'ordre d'**une dizaine de personnes**.

Les journées de travail sont prévues **entre 07h00 et 17h00**, avec une pause déjeuner (repas pris au camp ou fourni le matin aux équipes déployées sur le terrain).

A ce personnel ARMINA viennent et viendront s'ajouter les équipes des sous-traitants en charge des campagnes de forage, les sous-traitant en charge de relevés pour les futures études d'impact environnementales (écologues, hydrauliciens...), etc.

5.6.3 Moyens matériels

La **flotte d'engins** détenue par Armina sur le site de Bon Espoir se compose de **[Cf. Figure 37]** :

- **8 quads** ;
- **3 « mules »** (quad à 3 ou 4 places muni d'un plateau porte-charge à l'arrière) ;
- **4 pirogues**.

La plupart des opérations d'entretien et de maintenance sont réalisées dans l'atelier du camp.

Le site disposera de tout le matériel nécessaire aux **opérations « légères » de prospection**, notamment pour la géochimie sols et roches (tarières manuelles, tronçonneuses, machettes, GPS, *talkies walkies*, sachets d'échantillonnage...).

Les opérations de **forage** seront réalisées **en sous-traitance** et le matériel acheminé par le contractant pour la durée de chaque campagne.

Pour les sondages de reconnaissance, ne nécessitant pas un matériel « lourd », les plateformes de sondage pourront toutefois être réalisées par les équipes ARMINA (aménagement de plateformes horizontales en bois de coupe, de 25 m², creusement de bassins de collecte et de recyclage des eaux et boues de forage **[Cf. Tome 3 : Notice d'Impact]**).



Vue du quai principal, aménagé au niveau de la confluence entre les criques Réveil et Lézard.

L'accès au site depuis Maman Valentin et le déplacement vers certaines zones de travail se fera par le biais de pirogues.

Vue d'un quad équipé d'une remorque.

Au sein du site de la Concession de Bon Espoir, les équipes de prospection se déplaceront le plus souvent en quad, puis à pied.



Vue de plateformes de sondage en bois construites par ARMINA.



6. DONNEES CHIFFREES ESSENTIELLES DE LA DEMANDE DE CONCESSION

Le tableau ci-après récapitule les principales données chiffrées du projet de demande de Concession.

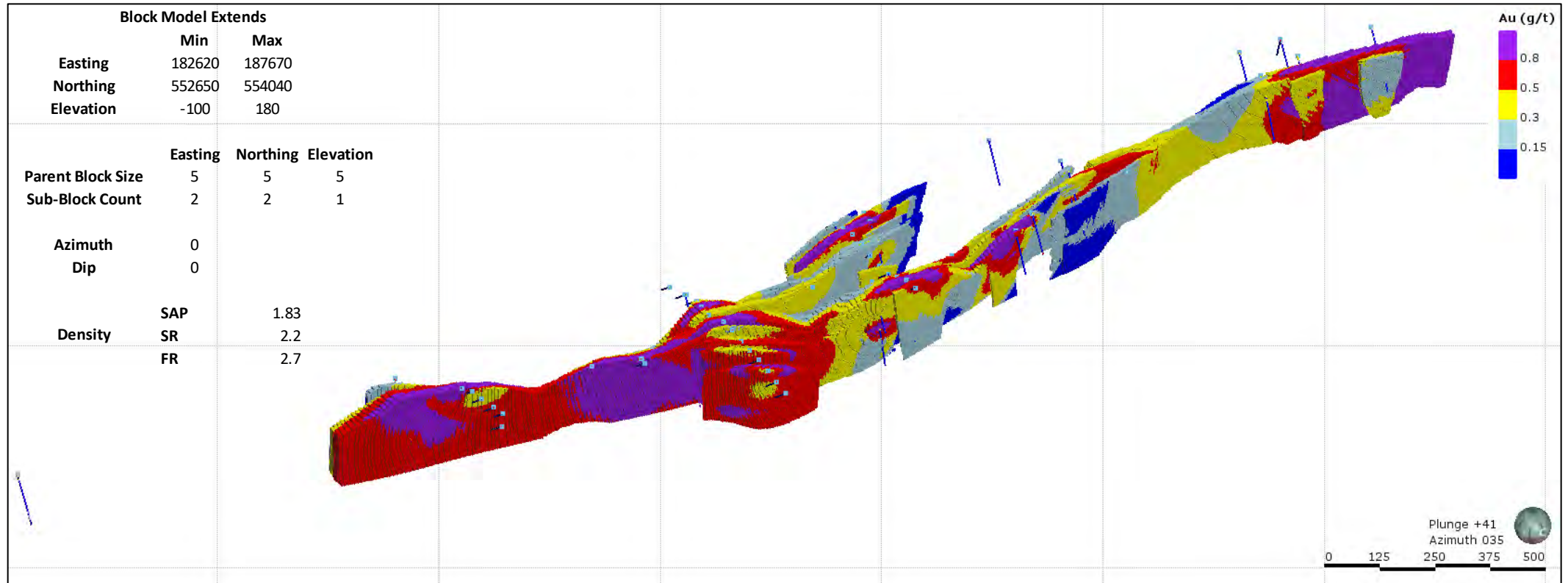
DEMANDE	Superficie	Superficie de la Concession sollicitée, strictement identique à l'actuel PER de Bon Espoir	122,275 km ²
	Durée	Durée de la demande de Concession	15 ans
GISEMENT	Minerai saprolitique	Densité en place du gisement primaire	1,83
	Stériles d'extraction	Taux de foisonnement des stériles d'extraction	10 %
		% de stériles d'extraction (fosses d'extraction primaire)	50 %
	Reprise des rejets gravitaires	Densité en place	1,3
	Potentiel aurifère	Teneurs moyenne en or du minerai primaire exploité	1,15 g/t
		Tonnage d'or contenu dans le minerai exploité en 15 années d'exploitation	5,2 t Au
		Taux de récupération	80 à 90 %
Tonnage d'or récupérable en 15 années d'exploitation		4,2 à 4,7 t Au	
EXTRACTION	Géométrie	Surface globale du projet d'exploitation	Environ 50 ha
		Largeur des pistes	10 m minimum
		Pente des fronts de taille	70
	Minerai saprolitique	Production annuelle moyenne de minerai primaire	160 000 m ³ / an 300 000 t /an
		Production totale de minerai primaire	2 460 000 m ³ 4 500 000 t
	Stériles d'extraction	Production annuelle moyenne de stériles d'extraction foisonnés	176 000 m ³ /an
		Production totale de stériles d'extraction foisonnés	2 700 000 m ³
	Personnel	Nombre d'employés affecté	8

GRAVIMETRIE	Coûts	Investissement initial pour l'usine gravimétrique et les engins associés	3 M €
		Coût de fonctionnement de la gravimétrie	2 885 000 € / an
	Usine	Puissance électrique	595 kW
		Capacité de traitement	70 t/h 1 000 t/j 300 000 t/an
Personnel	Nombre d'employés affectés	18	
CYANURATION	Reprise des rejets gravitaires	Production annuelle moyenne de minerai « secondaire »	230 000 m ³ /an 300 000 t / an
		Production totale de minerai « secondaire »	3 450 000 m ³ 4 500 000 t
	Coûts	Investissement initial pour l'UMTMA et les engins associés	15 M €
		Coût de fonctionnement de la cyanuration	2 821 000 € / an
	Usine	Puissance électrique	926 kW
		Capacité de traitement	70 t/h 1 000 t/j 300 000 t/an
Personnel	Nombre d'employés affectés	42	
EXPLORATION	Travaux d'exploration	Nombre de forages déjà programmés	21
		Largeur des pistes	4 m minimum
		Consommation maximale en carburants	18 000 L/mois
	Coûts	Budget annuel sur les 5 premières années	6 M € / an
	Personnel	Nombre d'employés affectés	10 à 30
TRAVAUX ET ACTIVITES ANNEXES	Bases-vie	Capacité de la base-vie d'exploration	30 à 50 personnes
		Capacité de la base-vie de la mine	80 à 100 personnes
	Accès	Ouverture accès par le Nord-ouest	19 km
		Drop zones	2
		Quais	3
	Personnel	Manœuvres, cuisine, sécurité...	15

Annexes

**Annexe 1 : Modèle volumétrique d'estimation des
ressources en or (NEWMONT, 2016)**

Wayamaga Block Model



Wayamaga Report at 0.15 g/t Au & 0.3 g/t Au

Wayamaga Report at 0.15 g/t Au

REGOLITH Au (ppm)	Tonnage	Onces	
SAP	0.67	18,514,274.16	396,434.99
SR	0.57	2,184,608.64	39,824.26
FR	0.53	32,102,749.82	547,027.51
TOTAL	0.58	52,801,632.62	983,286.77

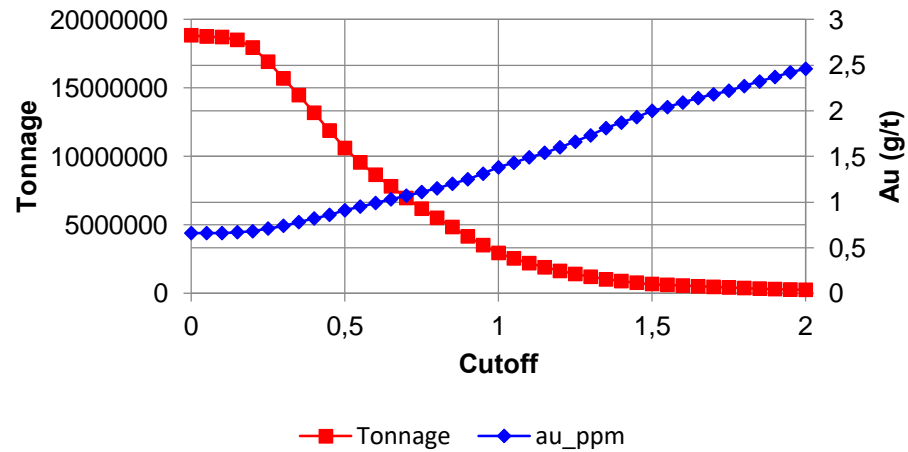
Wayamaga Report at 0.3 g/t Au

REGOLITH Au (ppm)	Tonnage	Onces	
SAP	0.74	15,697,988.39	374,488.92
SR	0.64	1,772,142.47	36,578.40
FR	0.64	23,388,431.10	482,755.44
TOTAL	0.68	40,858,561.96	893,822.76

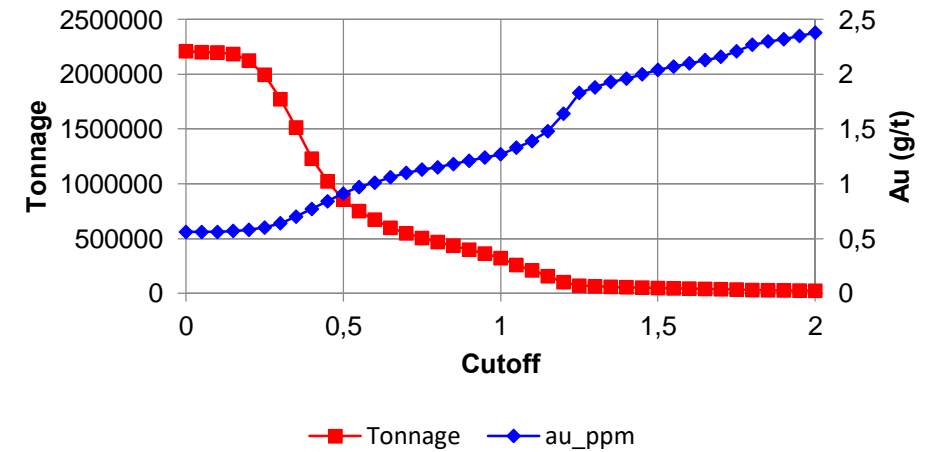
*This report is based on the 0.15g/t Au Shape

GT Curves by Regolith

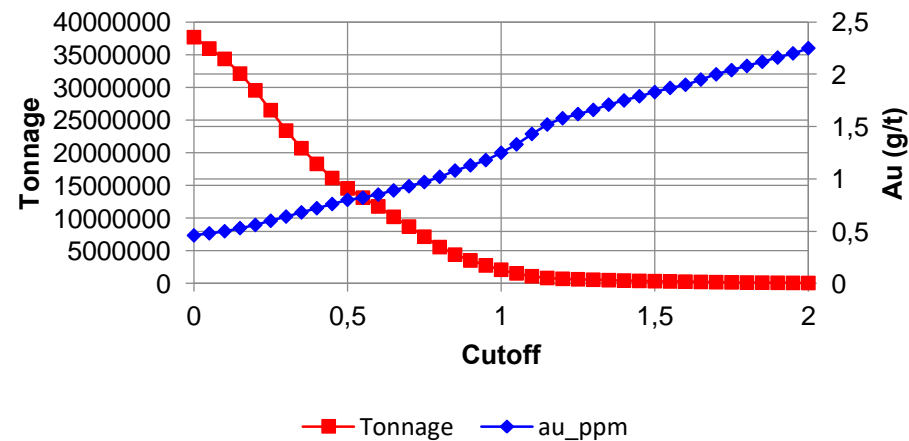
GT Curve by Regolith - SAP



GT Curve by Regolith - SR



GT Curve by Regolith - FR



*This report is based on the 0.15g/t Au Shape

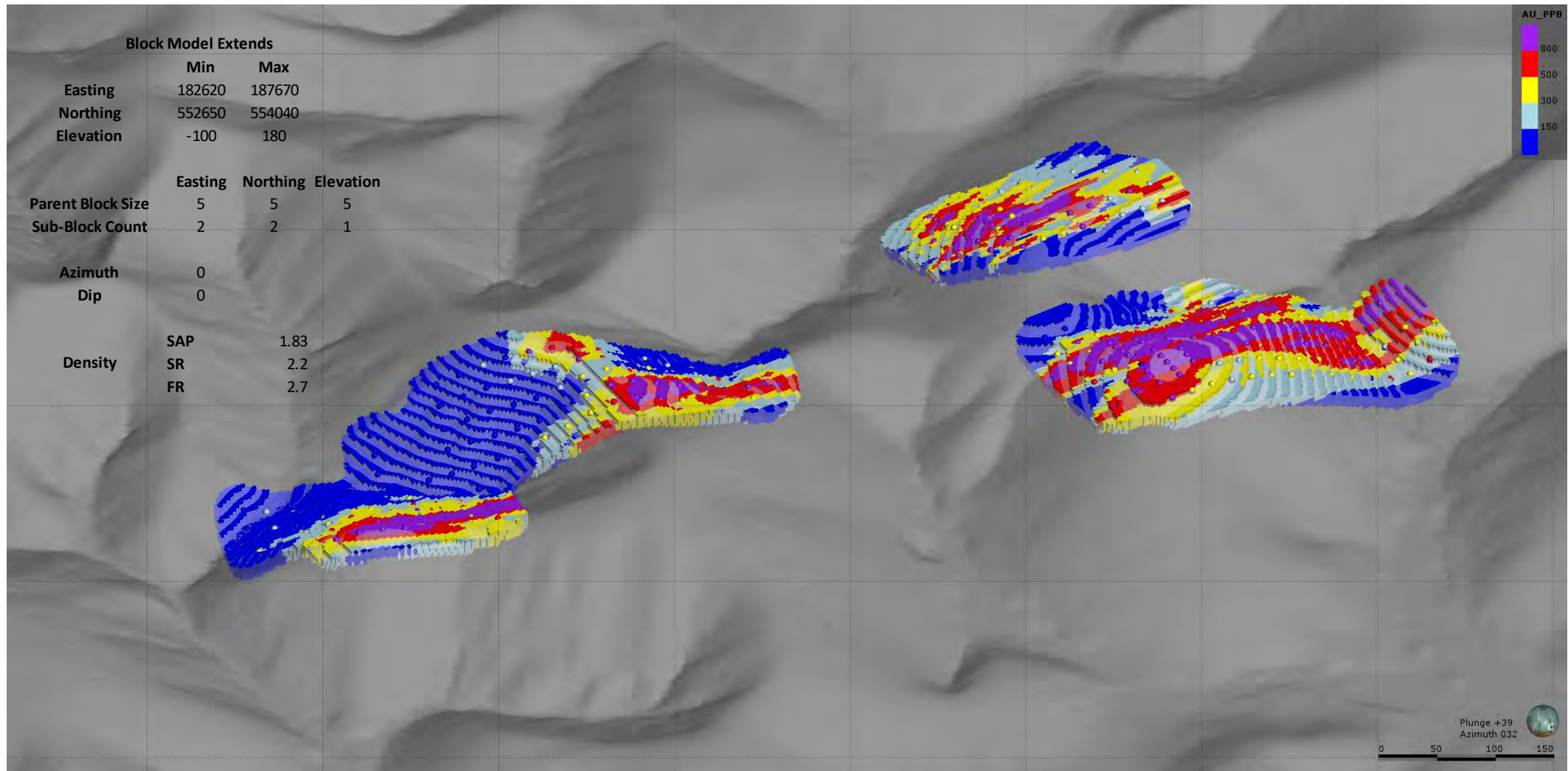
Saprolite		
Cutoff	Au (g/t)	Tonnage
0	0.66	18,851,188.60
0.05	0.66	18,760,406.53
0.1	0.66	18,722,103.29
0.15	0.67	18,514,274.16
0.2	0.68	17,956,427.58
0.25	0.71	16,919,000.06
0.3	0.74	15,697,988.39
0.35	0.78	14,479,043.53
0.4	0.82	13,188,456.03
0.45	0.86	11,893,146.07
0.5	0.91	10,615,609.57
0.55	0.95	9,563,109.70
0.6	0.99	8,661,169.39
0.65	1.03	7,820,866.16
0.7	1.07	6,963,665.54
0.75	1.11	6,182,000.07
0.8	1.15	5,513,957.03
0.85	1.2	4,845,235.22
0.9	1.25	4,161,648.54
0.95	1.31	3,521,325.75
1	1.38	2,951,509.54
1.05	1.43	2,554,526.68
1.1	1.49	2,205,654.82
1.15	1.54	1,903,675.36
1.2	1.6	1,635,717.29
1.25	1.66	1,414,950.80
1.3	1.73	1,209,999.66
1.35	1.81	1,018,433.65
1.4	1.87	895,385.14
1.45	1.93	777,664.37
1.5	2	684,052.72
1.55	2.04	620,368.88
1.6	2.09	566,416.73
1.65	2.14	515,006.74
1.7	2.18	471,556.09
1.75	2.22	429,484.84
1.8	2.27	389,322.58
1.85	2.32	346,313.39
1.9	2.37	311,354.65
1.95	2.42	281,486.19
2	2.46	257,930.00

Sap Rock		
Cutoff	Au (g/t)	Tonnage
0	0.56	2,210,511.09
0.05	0.56	2,201,463.65
0.1	0.56	2,198,810.91
0.15	0.57	2,184,608.64
0.2	0.58	2,124,766.01
0.25	0.6	1,995,326.63
0.3	0.64	1,772,142.47
0.35	0.7	1,513,830.56
0.4	0.77	1,229,404.92
0.45	0.84	1,022,127.64
0.5	0.91	855,341.03
0.55	0.97	750,836.35
0.6	1.01	672,168.07
0.65	1.06	597,874.28
0.7	1.1	547,487.57
0.75	1.13	504,747.62
0.8	1.15	468,228.42
0.85	1.18	434,563.32
0.9	1.21	398,185.74
0.95	1.24	362,683.14
1	1.27	321,296.63
1.05	1.33	258,692.21
1.1	1.39	209,626.16
1.15	1.48	156,357.36
1.2	1.64	102,058.71
1.25	1.83	69,211.99
1.3	1.88	63,610.54
1.35	1.93	59,166.19
1.4	1.96	55,735.41
1.45	2	51,921.60
1.5	2.04	48,050.45
1.55	2.07	45,243.72
1.6	2.1	42,800.45
1.65	2.13	40,142.22
1.7	2.16	37,509.08
1.75	2.21	34,358.79
1.8	2.27	29,674.49
1.85	2.3	27,897.79
1.9	2.32	26,539.13
1.95	2.35	25,089.36
2	2.38	23,272.72

Fresh Rock		
Cutoff	Au (g/t)	Tonnage
0	0.46	37,678,928.40
0.05	0.48	35,944,049.47
0.1	0.5	34,356,219.78
0.15	0.53	32,102,749.82
0.2	0.56	29,541,497.47
0.25	0.6	26,514,621.63
0.3	0.64	23,388,346.72
0.35	0.68	20,693,865.03
0.4	0.72	18,297,937.42
0.45	0.76	16,135,176.81
0.5	0.8	14,545,677.17
0.55	0.82	13,136,968.15
0.6	0.85	11,790,634.09
0.65	0.89	10,202,158.14
0.7	0.93	8,711,520.35
0.75	0.97	7,160,156.40
0.8	1.02	5,576,189.51
0.85	1.08	4,415,237.58
0.9	1.13	3,526,730.58
0.95	1.18	2,769,820.32
1	1.25	2,111,089.30
1.05	1.33	1,556,324.13
1.1	1.43	1,113,745.30
1.15	1.52	850,833.23
1.2	1.58	723,540.45
1.25	1.62	653,199.68
1.3	1.66	582,582.32
1.35	1.71	515,446.42
1.4	1.75	457,240.14
1.45	1.79	406,478.99
1.5	1.83	362,674.61
1.55	1.87	320,742.52
1.6	1.9	286,398.11
1.65	1.95	247,561.06
1.7	2	210,058.45
1.75	2.04	181,645.04
1.8	2.08	158,689.20
1.85	2.12	135,979.35
1.9	2.16	116,127.52
1.95	2.2	99,449.99
2	2.25	83,626.15

*This report is based on the 0.15 g/t Au Shape

Wayamaga Near Surface Block Model



Wayamaga Near Surface Report at 0.15 g/t Au & 0.3 g/t Au

Wayamaga NS Report at 0.15 g/t Au

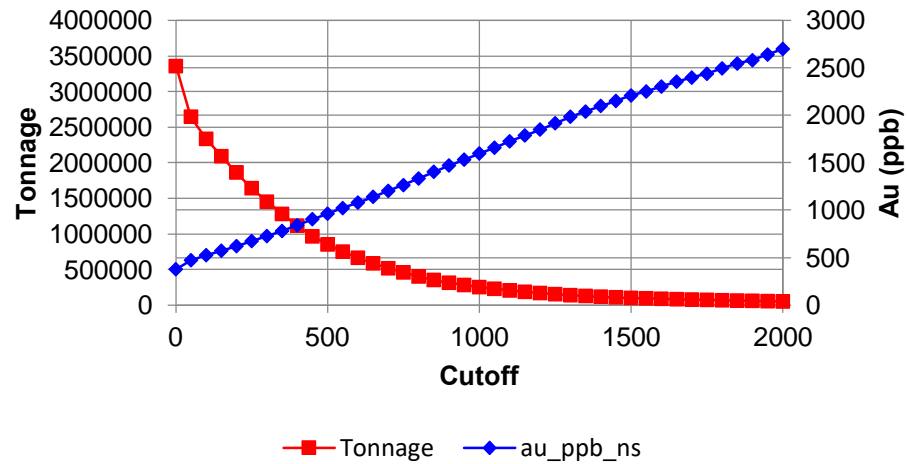
REGOLITH Au (ppm)	Tonnage	Onces	
SAP	0.572	2,091,463.40	38,454.42
TOTAL	0.572	2,091,463.40	38,454.42

Wayamaga NS Report at 0.3 g/t Au

REGOLITH Au (ppm)	Tonnage	Onces	
SAP	0.726	1,451,440.82	33,891.79
TOTAL	0.726	1,451,440.82	33,891.79

*This report is based on the Near Surface Shape

GT Curve by Regolith - SAP



Saprolite		
Cutoff	Au (ppb)	Tonnage
0	376.46	3,358,367.13
50	471.91	2,646,674.15
100	525.03	2,335,547.82
150	571.88	2,091,463.40
200	620.48	1,863,157.25
250	673.8	1,642,295.68
300	726.28	1,451,440.82
350	780.05	1,279,888.05
400	839.99	1,115,117.43
450	904.9	964,679.61
500	962.37	850,987.16
550	1021.41	749,866.90
600	1079.42	663,685.53
650	1140.42	585,227.70
700	1203.06	515,960.71
750	1263.45	458,164.36
800	1333.36	400,749.28
850	1404.32	351,805.08
900	1471.17	312,428.34
950	1532.36	280,999.59
1000	1598.23	251,381.08
1050	1658.27	227,551.56
1100	1725.66	203,991.64
1150	1787.81	184,889.52
1200	1849.84	167,969.79
1250	1916.57	151,790.27
1300	1984.74	137,243.24
1350	2039.17	126,781.15
1400	2098.99	116,300.05
1450	2151.69	107,893.57
1500	2208.9	99,450.00
1550	2251.16	93,636.72
1600	2302.79	86,992.30
1650	2354.26	80,876.51
1700	2397.4	76,032.56
1750	2437.57	71,753.12
1800	2494.78	66,049.92
1850	2545.63	61,412.37
1900	2580.35	58,388.67
1950	2640.22	53,508.02
2000	2699.72	49,111.99

*This report is based on the Near Surface Shape

**Annexe 2 : Fiche log du sondage W-15-36
(NEWMONT, 2015)**

Easting: 185017.00 Azimuth: 193.0 Completed:
 Northing: 553208.00 Inclination: -65.0 Logged date: 13-Apr-2016
 Elevation: 103.00 Hole Type: Logged by:
 Td: 200.00 Diameter: Signature:

Sampling	Au_result		Lithology				Alteration	Structures	Veins				Sulfides					Oxides	Graphite	Comments
	Sample_Id	AU_PPM	GxT_Individual	Regolith	Rock Type	Porphyroblast			Shr_Fit_Brecc	Vein_Pct	Mineral	Texture	Silicification	Scorodite	Pyrite_Pct	Chalcopyrite_Pct	Arsenopyrite_Pct			
NLS013094	0.000			TS 0.70															Formation superficilles, avec un latosol sur 1.4m puis une clayzone jusqu'à 2.9m, légèrement altéré white clay sur les 30 derniers cm.	
NLS013095	0.000			LS 1.40																
NLS013096	0.000			CZ 2.90															Volcanoséd. fin avec passage en whiteclay weathering, présence de porphyroblastes cubique et sphérique. quelques petites veines mm de qz saccha	
NLS013097	0.000																			
NLS013098	0.000																		Volcanoséd. fin avec whiteclay. très peu de qz. Faible silicification.	
NLS013099	0.000																		Volcanoséd. avec passage d'une veine de 35cm saccha. de 9.1 à 9.45m. Toujours présence de whiteclay. Nombreuses petites veine de qz saccha.	
NND386556	0.000			SAP															Volcanoséd. avec whiteclay, beaucoup de veines de qz saccha. pluri mm. Forte silicification. Présence de minéraux cubiques altérés	
NLS013103	0.000																		Volcanoséd. avec petites veines de qz bleu. Présence d'un minéral cubique altéré	
NND386557	0.000																			
NND386558	0.000																		Volcanoclastic, avec forte silicification. nombreuses petites veines de qz bleu ou blanc saccha.	
NND386559	0.000																			

Sampling	Au_result		Lithology			Alteration	Structure	Veins				Sulfides				Oxides	Graphite	Comments	
	Sample_Id	AU_PPM	GxT_Individual	Regolith	Rock Type			Porphyroblast	Shr_Ft_Brecc	Vein_Pct	Mineral	Texture	Silicification	Scorodite	Pyrite_Pct				Chalcopyrite_Pct
NND386559	0.000	0	5															Volcanoclastic, avec forte silicification. nombreuses petites veines de qz bleu ou blanc saccha.	
NND386560	0.000																		
NLS013108	0.000																	Volcanoclastic bariolé, avec forte silicification. nombreuses petites veines de qz bleu ou blanc saccha. forte déformation (shear)	
NLS013109	0.000		6.000		VC														
NLS013110	0.000																		
NLS013111	0.000																	Volcanoséd. avec peu de qz, silicification modérée. quelques veines de qz saccha. Couleur rouge brique	
NLS013112	0.000				SAP												23.50	Volcanoséd. avec quelques veines de qz bleu et des petites saccha. 20°C.A. silicification. couleur rouge brique	
NLS013113	0.000				VSI													24.90	Volcanoséd fin avec fin de la silicification. rouge à jaunâtre.
NLS013114	0.000																		Volcanoséd. avec reprise de la silicification. nombreuses veines de qz blanc saccha.
NND386561	1.000				VN														Veine de quartz bleu-blanche bréchique
NND386562	0.000				VSI														Passage très quartzeux (50%), avec dans les 50 derniers cm une veine de qz bleu-blanc bréchique.
NND386563	1.000		2.600		VN														Volcanoséd. bien déformé avec forte concentration en veines de qz (30%)
NND386564	0.000				VSI														Volcanoséd. avec bonne concentration en veine de qz saccha. une veine bleu bréchique de 40cm. quelques passage d'argile carboné bleu-noir

Sampling	Au_restult		Lithology			Alteration	Structures	Veins				Sulfides				Oxides	Graphite	Comments
	Sample_Id	AU_PPM	GxT_Individual	Regolith	Rock Type			Porphroblast	Shr_Ft_Brecc	Vein_Pct	Mineral	Texture	Silicification	Scorodite	Pyrite_Pct			
NND386564 NLS013119	0.000	0.000					65	10			SI							Volcanoséd. avec bonne concentration en veine de qz saccha. une veine bleu brèche de 40cm. quelques passage d'argile carboné bleu-noir
NLS013121	0.000	0.000					65	5	Q	Sc								Volcanoséd. avec bonne concentration en veine de qz saccha. Forte déformation et 10% de qz. toujours silicifié
NLS013122	0.000	0.000					68	0										Volcanoséd. avec bonne concentration en veine de qz saccha. Schistosité 65°CA
NND386565	2.000	0.000						15	Q	Sc								Volcanoséd. très déformé. très peu de qz.
NLS013124	0.000	0.000						0										Volcanoséd. très déformé. forte silicification de fracturation. Schistosité à 65° CA. passages brèches
NND386567	0.000	0.000					50	0										Volcanoclastic foncé avec silicification et passages brèche
NND386568	0.000	6.400					90	0			SI							Volcanoséd. fin, passage d'une veine de qz bleu-blanche brèche, silicification de fracturation
NND386569	0.000	0.000					84	0										Volcanoséd. fin, silicification de fracturation. veine de qz bleu de 30cm.
NND386570	0.000	0.000					30	0										Volcanoséd. fin, silicification de fracturation
NND386571	0.000	0.000					74	12	Q	Bx								Volcanoséd. fin avec fracturation et Feox dans les microfractures. silicification
NLS013132	0.000	0.000					0	0										Volcanoséd. avec qté moy. de qz bleu-blanc. Silicification et microfracturation dans laquelle on voit Feox et chlorite
NND386572	1.000	0.000					30	0	Q	Bx								Argile-silteuse avec forte microfracturation et circulation de Feox dans les fractures, plus présence de chlorite. Belle concentration en quartz brèche bleuté.

Sampling	Au_result		Lithology				Alteration	Structure	Veins				Sulfides				Oxides	Graphite	Comments
	Sample_Id	AU_PPM	GxT_Individual	Regolith	Rock Type	Porphyroblast			Shr_Flt_Brecc	Vein_Pct	Mineral	Texture	Silicification	Scorodite	Pyrite_Pct	Chalcopyrite_Pct			
NND386572	1.000	6.400	SR				30	Q	Bx				50.00	50.00				Argile-silteuse avec forte microfracturation et circulation de Feox dans les fractures, plus présence de chlorite. Belle concentration en quartz bréchi que bleuté.	
NND386573	0.000		SR															Argile-silteuse avec forte microfracturation et circulation de Feox dans les fractures, plus présence de chlorite. pyrite et arsenopyrite en très faible quantité	
NLS013136	0.000						20					0.1					52.40		
NLS013136	0.000						40					53.00		0.1				Argile-silteuse avec forte microfracturation et circulation de Feox dans les fractures, plus présence de chlorite. arsenopyrite en très faible quantité	
NND386574	0.000						90					54.50	54.50		0.5			Argile-silteuse avec forte microfracturation et circulation de Feox dans les fractures, plus présence de chlorite. pyrite et arsenopyrite en très faible quantité	
NND386575	0.000						60					56.056.0	56.0					Argile-silteuse avec forte microfracturation et circulation de Feox dans les fractures, plus présence de chlorite. arsenopyrite et pyrite présente. 10% de veine de qz	
NND386576	0.000						78					57.5			1		57.0	Argile-silteuse avec forte microfracturation et circulation de Feox dans les fractures, plus présence de chlorite. arsenopyrite, graphite et pyrite présents.	
NND386577	0.000	7.700	FR				60									2			
NND386578	0.000						10					59.0							
NND386579	0.000						5					60.560.5	60.5					Argile-silteuse avec forte microfracturation et circulation de Feox dans les fractures, plus présence de chlorite. arsenopyrite, graphite et pyrite présents. apparition de la chalcopyrite	
NND386580	0.000						22					62.162.0	62.00				62.0	Toujours grosse fracturation et grosse circulation avec chlorite et Feox. Arsenopyrite.	
NND386581	0.000						60					63.563.5	63.5						
	0.000						56								1				
	0.000															3			
	0.000																		
	0.000																		

Sampling	Au_result		Lithology				Alteration	Structure	Veins				Sulfides				Oxides	Graphite	Comments
	Sample_Id	AU_PPM	GxT_Individual	Regolith	Rock Type	Porphyroblast			Shr_Flt_Brecc	Vein_Pct	Mineral	Texture	Silicification	Scorodite	Pyrite_Pct	Chalcopyrite_Pct			
NND386581	0.000	0.5	0.5				↘ 0	0										Toujours grosse fracturation et grosse circulation avec chlorite et Feox. Arsenopyrite.	
NND386582	0.000						↘ 20	3					66.50	66.50				Toujours grosse fracturation et grosse circulation avec chlorite et Feox. Arsenopyrite et pyrite. Amas de qz bleu nuit translucide	
NND386583	0.000						↘ 60	68.0											
NND386584	1.000		7.700				↘ 60	5			SI								
NND386585	0.000						↘ 40	71.0		Bx			71.00	71.00				Argile silteuse avec peu de pyrite et d'arsenopyrite, fracturation et circulation avec chlorite. Peu de veine de qz	
NND386586	0.000						↘ 30	72.5				0,5	72.5	72.5	0,5			Argile silteuse avec peu d'arsenopyrite et 3% de pyrite, présence de graphite avec la pyrite, fracturation et circulation avec chlorite. Peu de veine de qz.	
NND386587	0.000			FR	VSf		↘ 60	3				3	0,1						
NND386587	0.000						↘ 65	74.0		Q			74.0	74.0	0,5			Tuff volcanique avec veine de quartz plurimicrofraturée avec dans les fractures arsenopyrites, pyrite et pyrotite. peu de veine de qtz.	
NLS013153	0.000						↘ 75	75.5							1		75.50	Tuff volcanique microfraturée avec dans les fractures arsenopyrites aciculaire infram et romboedrique, pyrite et peu de pyrotite. peu de veine de qtz.	
NLS013154	0.000						↘ 63	3				0,5	77.4	77.00				Tuff volcanique mouchetée microfraturée avec dans les fractures arsenopyrites, pyrite. Peu de veine de qtz mais concentration en pyrite et arsenopyrite aciculaire dans celles ci.	
NLS013155	0.000							78.5		Ms							78.50	Tuff volcanique microfraturée avec dans les fractures arsenopyrites aciculaire. peu de veine de qtz.	
NLS013156	0.000							2					80.00					Tuff volcanique qq veines de qtz.	
NND386588	0.000	6.800						10				1	81.50	81.5	0,1		81.50	Tuff volcanique microfraturée avec dans les fractures arsenopyrites, pyrite et pyrotite. Au abord des veines de qtz, pyrites, arsenopyrites aciculaire et peu de pyrotites.	

Sampling	Au_result		Lithology				Alteration	Structures	Veins				Sulfides				Oxides	Graphite	Comments
	Sample_Id	AU_PPM	GxT_Individual	Regolith	Rock Type	Porphyroblast			Shr_Flt_Brecc	Vein_Pct	Mineral	Texture	Silicification	Scorodite	Pyrite_Pct	Chalcopyrite_Pct			
NND386588	0.000	0.5	0.5															Tuff volcanique microfraturee avec dans les fractures arcenopyrites, pyrite et pyrotite. Au abord des veines de qtz, pyrites, arcenopyrites aciculaire et peu de pyrotites.	
NND386589	0.000																	Tuff volcanique microfraturee avec dans les fractures arcenopyrites aciculaire et peu de pyrotites.	
NND386590	1.000							10	Q	Ms								Tuff volcanique. Aux epontes des veines centimetrique de qtz, peu de pyrites, arcenopyrites aciculaire et pyrotites.	
NND386591	0.000		6.800					5										Tuff volcanique microfraturee avec dans les fractures arcenopyrites aciculaire disiminee, pyrite. Pyrrhotite automorphe dans les dernier 69 cm dans les microfractures.	
NND386592	0.000							2										Tuff volcanique microfraturee avec dans les fractures pyrite, pyrotite et peu d'arcenopyrites aciculaire.	
NND386593	0.000							75										Tuff volcanique microfraturee avec dans les fractures arcenopyrites automorphe, pyrite automorphe et pyrotite disiminee dans la roche. microfracture et circulation.	
NLS013163	0.000			FR	VSf			60										Tuff volcanique avec veine de quartz mm. Microfraturee avec dans les fractures arcenopyrites, pyrite et peu de pyrotite. Arcenopyrite automorphe, pyrites automorphe dans les veines.	
NLS013164	0.000							73										Tuff volcanique avec veine de quartz mm. Microfraturee avec dans les fractures arcenopyrites, pyrite. Arcenopyrite automorphe, pyrites automorphe et chalcopyrite dans les veines.	
NLS013165	0.000							5	Q	Ms								Tuff volcanique avec veine de quartz mm. Microfraturee avec dans les fractures arcenopyrites aciculaire. Arcenopyrite automorphe, pyrites automorphe, pyrrhotite dans zone silicifiee autour des veines.	
NLS013166	0.000																	Tuff volcanique avec veine de quartz mm. Microfraturee avec dans les fractures pyrotite. Arcenopyrite aciculaire disiminee dans la roche.	
NND386594	0.000		18.200					65										Tuff volcanique avec veine de quartz plurimic avec autour, pyrite cubique oxidee et pyrotite. Microfraturee avec dans les fractures arcenopyrites, Arcenopyrite automorphe, aux epontes de veine de quartz horizontal. Chalcopyrite dans veine de quartz.	
NND386595	0.000							5										Tuff volcanique mouchetee noiratre avec veine de quartz mm. Roche microfraturee. Dans veine des quartz, pyrotite, pyrites. Arcenopyrite autour des veines horizontal. Graphite disiminee dans la roche.	

Sampling	Au_result		Lithology				Alteration	Structures	Veins				Sulfides				Oxides	Graphite	Comments
	Sample_Id	AU_PPM	GxT_Individual	Regolith	Rock Type	Porphyroblast			Shr_Flt_Brecc	Vein_Pct	Mineral	Texture	Silicification	Scorodite	Pyrite_Pct	Chalcopyrite_Pct			
100	NND386596	0.000	0.5															Tuff volcanique mouchetee noiratre avec veine de quartz mm. Roche microfracturee. Dans veine des quartz, pyrotite, pyrites. Arcenopyrite autour des veines horizontal. Graphite disiminee dans la roche.	
	NND386596	0.000						74										Tuff volcanique microfracturee.	
	NND386597	0.000							2			0,5	0,1	0,5	1			Tuff volcanique microfracturee avec quartz centimetrique. Arcenopyrite au epointe des quartz horizontaux. pyrotites et pyrite disiminee dans la roche et dans les fractures. chalcopyrite dans veine de quartz.	
	NND386598	0.000																	
	NLS013172	0.000							104	Q			104	104	104	104	104	Tuff volcanique avec microfracture et peu de quartz. pyrotite dans microfractures.	
	NND386599	3.000	18.200					68	105			105	105	105	105	105	105	Tuff volcanique mouchetee noir (tourmaline) avec veines de quartz pluri cm avec pyrite aux epointe. Microfracturation avec mouchetage verdatre aux abord (chlorite?). Pyrite, pyrotite disiminee dans la roche. veine de quartz avec autour silicification de l'	
	NLS013174	2.000						40	106			106	52	106				Tuff volcanique avec microfracturation avec dans une famille pyrite, pyrhotite et dans une aute famille arcenopyrite. pyrite pyrhotite dans veine de quartz mm.	
	NLS013177	1.000							108			108	3	108	2			Tuff volcanique avec bcp de microfracture avec Arcenopyrite, pyrite, chalcopyrite dans les microfracture. quelques fractures avec que de l'arcenopyrite automorphe. Arcenopyrite et pyrite xenomorphe dans les veine de quartz.	
	NLS013178	3.000						68	109	Bx		109	109	109	109	109	109	Tuff volcanique avec forte fracturation et circulation FeOx. Arcenopyrite, pyrite, pyrhotite dans fracturation. concentration arcenopyrite dans certaine fracture.	
110	NND386600	1.000																Tuff volcanique avec forte fracturation et circulation FeOx. Arcenopyrite, pyrite, pyrotite dans fracturation. arcenopyrite automorphe autour d'une grosse fracture.	
	NLS013181	0.000							0			0,5	111	111	111	111	111	Tuff volcanique avec moins de fracturation et circulation. pyrite dans fracture. Arcenopyrite automorphe disiminee autour des fractures et arcenopyrite xenomorphe dans fracture.	
	NLS013182	0.000											113	0,5	113	0,5	113	Tuff volcanique avec peu de fracturation. Arcenopyrite automorphe, pyrite et pyrhotite dans les fracture	
	NLS013183	0.000											114	0,1	114	0,1	114	tuff volcanique avec microfracture et qq pyrite disiminee.	

Sample	Au_result		Lithology				Alteration	Structure	Veins				Sulfides				Oxides	Graphite	Comments	
	Sample_Id	AU_PPM	GxT_Individual	Regolith	Rock Type	Porphyroblast			Shr_Flt_Brecc	Vein_Pct	Mineral	Texture	Silicification	Scorodite	Pyrite_Pct	Chalcopyrite_Pct				Arsenopyrite_Pct
NLS013183	0.000	0	5	FR	VSf													tuff volcanique avec microfracture et qq pyrite disiminee.		
NLS013184	0.000																			tuff volcanique avec microfracture et qq pyrite disiminee. et qq veines de quartz.
NLS013185	0.000														117.50					tuff volcanique avec peu de microfracture et qq pyrite disiminee. Circulaion de chlorite dans les microfracture. tache noir disiminee (tourmaline).
NLS013186	0.000									5					119.00					tuff volcanique avec microfracture et qq pyrite disiminee. et qq veines de quartz mm. tache blanche dans la roche (plagioclase)
NLS013187	0.000									68					120.50					Zone brechique tuff volcanique et sedimentaire avec circulation de carbonate dans les fractures. qq pyrite disiminee.
NLS013188	0.000														122.00					Tuff volcanique microfracturee avec qq veines de qtz.
NLS013189	0.000														123.50					Tuff volcanique avec qq veines de quartz et microfractures. quelques pyrrhotite disiminee dans les dernier 10 cm.
NLS013190	0.000														125.00					Zone brechique tuff volcanique et sedimentaire avec circulation de carbonate, quartz et chlorites dans les fractures.
NLS013191	0.000														126.50					Tuff volcanique avec qq veines de quartz et microfractures. quelques pyrite, pyrrhotite disiminee dans la roche. Chlorite dans les fractures.
NLS013192	0.000														128.00					Tuff volcanique avec qq veines de quartz et microfractures. quelques pyrrhotite disiminee dans la roche.
NLS013193	0.000														129.50					Tuff volcanique avec qq veine de quartz et peu de microfractures. Pyrite dans la zone un peu plus fractuee
NLS013194	0.000														131.00					Tuff volcanique avec qq veine de quartz et peu de microfractures et circulation. Pyrite disiminee dans la zone un peu plus fractuee. Arcenopyrite aciculaire aux eponte d'une veine de quartz horizontale. et dans les fracture autour.

Sample Id	Au_result		Lithology			Alteration	Structures	Veins				Sulfides				Oxides	Graphite	Comments
	AU_PPM	GxT_Individual	Regolith	Rock Type	Porphyroblast			Shr_Flt_Brecc	Vein_Pct	Mineral	Texture	Silicification	Scorodite	Pyrite_Pct	Chalcopyrite_Pct			
NLS013194	0.000	0.05										1		0.5			Tuff volcanique avec qq veine de quartz et peu de microfractures et circulation. Pyrite disiminee dans la zone un peu plus fractuee. Arcenopyrite aciculaire aux eponte d'une veine de quartz horizontale. et dans les fracture autour. Tuff volcanique avec qq veines de quartz et microfractures.	
NLS013195	0.000							1										
NLS013196	0.000							134.00										
NLS013197	0.000																	
NLS013198	0.000																	
NLS013199	0.000							0										
NLS013202	0.000		FR	VSf													Tuff volcanique avec fractures et dans fracture arsenopyrite, pyrite, pyrrhotite.	
NLS013203	0.000										141.50	141.50	141.50	0.5	0.5	0.5		
NLS013204	0.000							143	143.00			143.00	143.00				Blocs Tuff volcanique avec sedimentaire. Brechification avec peu de quartz. pyrrhotite dans les fractures et dans les veines de quartz	
NLS013205	0.000							BX	1						1		Tuff volcanique microfraturee	
NLS013206	0.000							146	146.00						146.00			
NLS013207	0.000								0									

Sampling	Au_restult		Lithology				Alteration	Structures	Veins				Sulfides				Oxides	Graphite	Comments
	Sample_Id	AU_PPM	GxT_Individual	Regolith	Rock Type	Porphyroblast			Shr_Ft_Brecc	Vein_Pct	Mineral	Texture	Silicification	Scorodite	Pyrite_Pct	Chalcopyrite_Pct			
NLS013207 NLS013208	0.000							70	0	149.149.149.60								Tuff volcanique microfracturee	
NLS013209	0.000							BX 3		Bx								Zone brechique avec sedimentaire et tuff volcanique avec mineralisation pyrite, pyrotite entre les blocs anguleux, circulation de mineral vert (chlorite) dans les fractures.	
NLS013210	0.000							62	152.152		152.69		152.69	152.69					
NLS013211	1.000									Q		2	0.5	153.50	153.50			Tuff volcanique avec veine plurimic et veine mm conjugee. Arsenopyrite aciculaire aux eponte et aux abord de veine conjuguee. pyrite disiminee.	
NLS013212	0.000								5		Ms	0.5		155.00				Tuff volcanique avec veine de quartz plurimic et microfracture. qq pyrite	
NLS013213	0.000							45										Tuff volcanique avec veine de quartz plurimic et microfracture.	
NLS013214	0.000							40	156.156.156.50					156.156.50				Tuff volcanique microfracturee avec circulation pyrrhotite dans la zone le plus fracturee et arsenopyrite aciculaire aux eponte des veines de quartz horizontale.	
NLS013215	0.000							60	158.158.50					158.50	158.158.50				
NLS013216	0.000								2			2	1	0.5				Zone brechifiee. avec blocs sedimentaire. avec dans les fracture pyrite cubique et pyrrhotite. Arsenique aux eponte et fractures adjacente au veine de quartz 40°	
NLS013217	0.000								BX 160.20			160.20	160.160.20						
NLS013218	0.000								0			0.5	0.1					Zone brechifiee. avec blocs de sedimentaire avec circulation FeOx. tres microfracturee avec dans une premiere famille de fracture pyrite cubique et dans une autre famille arsenopyrite. Arsenique aux eponte et fractures adjacente au veine de quartz 40°	
NLS013219	0.000							70	161.161.161.161.86					162.30	162	0.5		veine de quartz plurimic dans sediment avec circulation aux eponte puis au sein de la veine vert (chlorite) avec arsenopyrite et pyrite	
NLS013221	0.000								30	Q	Bx							Sediment brechifiee avec beaucoup de microfractures peu d'arsenopyrite et pyrite dans les fractures. circulation de FeOX	
NLS013222	0.000								BX 0										
NLS013223	0.000																		

Sampling	Au_result		Lithology			Alteration	Structures	Veins				Sulfides				Oxides	Graphite	Comments
	Sample_Id	AU_PPM	GxT_Individual	Regolith	Rock Type			Porphyroblast	Shr_Flt_Brecc	Vein_Pct	Mineral	Texture	Silicification	Scorodite	Pyrite_Pct			
NLS013223	0.000	0.000																Sediment brechifiee avec beaucoup de microfractures peu d'arsenopyrite et pyrite dans les fractures. circulation de FeOX
NLS013224	0.000	0.000		MUSI			BX	167.167.167.00				167.00	167.167.00					Sediment brechifiee avec microfractures. Pyrite, pyrotite, arsenopyrite dans fracture avec circulation de qtz et carbonate.
NLS013227	0.000	0.000						5				0.5	0.5	0.1				
NLS013228	0.000	0.000		VSf				169.169		Bx		169.54	169.169.54					Tuff volcanique avec peu de microfracture.
NLS013229	0.000	0.000																
NLS013230	0.000	0.000																Volcanique avec presence de plagioclase. qq microfracture et peu de veine de qtz.
NLS013231	0.000	0.000		FR					Q									
NLS013232	0.000	0.000						1										
NLS013233	0.000	0.000								Ms								
NLS013234	0.000	0.000		AN														
NLS013235	0.000	0.000						179.179				179.24						Breche volcanique fracuree avec pyrite dans fracture
NLS013236	0.000	0.000						180.180.180.180.65				180.65						Volcanique avec presence de plagioclase.
NLS013237	0.000	0.000						0										

Sample Id	Au_result		Lithology				Alteration	Structures	Veins				Sulfides				Oxides	Graphite	Comments	
	AU_PPM	GxT_Individual	Regolith	Rock Type	Porphyroblast	Shr_Flt_Brecc			Vein_Pct	Mineral	Texture	Silicification	Scorodite	Pyrite_Pct	Chalcopyrite_Pct	Arsenopyrite_Pct				Pyrrhotite_Pct
NLS013237	0.000		FR	AN														Volcanique avec presence de plagioclase.		
NLS013238	0.000																			
NLS013239	0.000																			
NLS013240	0.000																			
NLS013241	0.000																			
NLS013242	0.000																			
NLS013243	0.000																			Volcanique avec presence de plagioclase microfracturee
NLS013244	0.000																			Volcanique brechifiee avec quelque pyrite. circulation qtz et carbonate
NLS013245	0.000																			Volcanique plus fin avec peu de fracturation
NLS013246	0.000																			Volcanique avec zone brechifiee et circulation de carbonate aux eponte des veine de quartz. avec du graphite.
NLS013247	1.000																			Zone brechique dans du sedimentaire avec circulation de carbonate dans les fracture pyrite et arsenopyrite
NLS013248	0.000																			Sediment avec une veine de quartz de 10 cm avec arcenique disiminee.
NLS013249	0.000																			Veine de quartz blanc avec veine de carbonate a 197.25m. Arcenopyrite dans petite fractures.
NLS013252	0.000																	Breche graphituse avec circulation de carbonate dans les fractures. pyrite et arcenopyrite dans les fractures		
	0.000																	Breche sedimentaire avec peu de pyrite dans les fractures.		

Sampling	Au_result		Lithology				Alteration	Structures	Veins				Sulfides				Oxides	Graphite	Comments
	Sample_Id	AU_PPM	GxT_Individual	Regolith	Rock Type	Porphyroblast			Shr_Flt_Brecc	Vein_Pct	Mineral	Texture	Silicification	Scorodite	Pyrite_Pct	Chalcopyrite_Pct			
200	NLS013252	0.000	0.5	FR MUSI									0.5						Breche sedimentaire avec peu de pyrite dans les fractures.
				200.00	200.00								200.00						200.00
210																			

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 :
1 175 Route de Margès
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.