

**MINISTERE DES MINES, DE L'INDUSTRIE ET
DU DEVELOPPEMENT TECHNOLOGIQUE**

**TERMES DE REFERENCE DE L'AVIS INTERNATIONAL D'APPEL A
MANIFESTATION D'INTERET (AIAMI) POUR LA PRESELECTION
DES ENTREPRISES OU GROUPEMENTS EN VUE DE
L'ATTRIBUTION DES TITRES MINIERES SUR LE BLOC RUTILIFERE
D'AKONOLINGA, REGION DU CENTRE EN REPUBLIQUE DU
CAMEROUN**

I. CONTEXTE

Le Cameroun dispose d'un important potentiel géologique qui peut stimuler la croissance économique à travers le développement du secteur minier. Le pays dispose entre autres, d'importants gisements de minerai de fer, d'or, de bauxite, de diamant, de rutile, de calcaire et de nickel. En dépit de cette richesse géologique, l'exploitation minière n'a cependant jamais joué un rôle majeur dans le développement du pays, et est restée en marge de l'économie. L'exploitation minière artisanale, seule forme de production minière aujourd'hui, constitue quant à elle, un important moyen de subsistance pour les communautés vivant dans plusieurs régions riches en or et en pierres précieuses, mais son caractère informel empêche ce sous-secteur de contribuer véritablement à la croissance.

Au plan législatif et réglementaire, le secteur minier a fait l'objet, avec l'assistance de la Banque mondiale, de réformes dont les plus marquantes ont vu le jour concomitamment avec la hausse en 2001 des prix des matières premières ; ces réformes ont suscité un certain intérêt auprès des investisseurs et amené plusieurs grands acteurs du secteur au Cameroun. Le pays a commencé à délivrer des permis d'exploration (+100 sont encore actifs). Toutefois, seuls deux permis d'exploitation minière ont été délivrés à ce jour : le premier en 2003 pour l'exploitation de nickel-cobalt par la firme Geovic (l'exploitation n'a pas commencé jusqu'ici) ; le deuxième en 2010 pour l'exploitation du diamant par la firme coréenne C&K Mining.

En 2010, un Code minier révisé a été promulgué, modifiant quelques articles du Code minier de 2001. Depuis cette révision, un certain nombre de grands projets ont fait l'objet de travaux avancés d'exploration, notamment le projet de minerai de fer de Mbalam (Cam Iron), et le projet d'exploitation des bauxites de l'Adamaoua par la firme Cameroon Alumina. Les efforts de réforme du secteur minier se sont poursuivis en 2016 avec l'adoption d'un nouveau code minier qui entre autres innovations, institutionnalise des Appels d'Offre pour l'attribution de titres miniers sur les sites contenant des gisements antérieurement mis en évidence. Cette disposition s'applique à un certain nombre d'occurrences de minéralisations déjà mises en évidence et dont certaines ont fait l'objet à l'époque, d'études de pré faisabilité.

D'une manière générale, le secteur minier doit encore prendre son envol, et le Cameroun se trouve actuellement à une période charnière en ce qui concerne le développement de son secteur minier.

2. OBJECTIF DE LA CONSULTATION

Par les présents termes de référence, le Gouvernement de la République du Cameroun se propose, sur la base des dispositions de l'article 43 alinéas 7 et 8 de la loi n°2016/017 du 14 décembre 2016 portant code minier, de lancer un Avis d'Appel d'Offres en vue de la mise en exploitation rapide du gisement de rutile de la zone d'Akonolinga, Département du Nyong et Mfoumou dans la Région du Centre.

3. PRESENTATION TECHNIQUE DU PROJET

3.1. Aperçu de la géologie et du potentiel minéral du Cameroun

Le Cameroun peut être divisé en trois grandes unités géotectoniques : le Complexe du Ntem, la vaste chaîne panafricaine d'Afrique centrale qui contient de nombreuses intrusions granitoïdes et les unités limitées de couverture Phanérozoïque.

Le Complexe du Ntem est constitué de roches précambriennes qui s'étalent dans le sud du pays et correspondent à la bordure septentrionale du craton du Congo. Il est constitué de l'unité du Ntem au cœur et de l'unité du Nyong à l'extrémité ouest. L'unité du Ntem est dominée par des roches magmatiques archéennes (2.8-2.9 Ga) de composition TTG charnockitiques et non qui contiennent de gros xénolites de roches supracrustales, interprétées comme des vestiges des ceintures de roches vertes et datées à environ 3,1 Ga. Les TTG sont recoupés par une séquence de granitoïdes jeunes riches en K mis en place entre 2,7 et 2,5 Ga (Tchameni et al., 2000 ; Shang et al., 2004).

L'unité du Nyong est constituée principalement de métasédiments et de métavolcanites Paléoprotérozoïques affectés par un métamorphisme de faciès granulite et recoupés par des granitoïdes syn - à tardi-tectoniques datés à entre 2.1 et 2.05 Ga elle représente probablement l'extension sud des roches granulitiques que l'on rencontre en septa dans les granitoïdes de la région de l'Adamaoua (Toteu et al. 2001, 2004).

La chaîne panafricaine s'étend immédiatement au nord du complexe du Ntem; elle est d'âge prédominant Néoprotérozoïque (Pan-africain) et comprend trois unités tectoniques séparées par des zones de cisaillement majeures la zone de cisaillement de Tcholliré-Banyo (TBSZ) d'orientation SO-NE et la zone de cisaillement de la Sanaga.. Du Sud au nord, ce sont i) l'unité de Yaoundé qui affleure au sud de la faille de la Sanaga est constituée de schistes et gneiss métasédimentaires, d'orthogneiss et de roches ultrabasiqes métamorphisées dans les faciès schistes verts à granulite. ii) l'unité de l'Adamaoua affleure entre la faille de la Sanaga et la faille de Tcholliré-Banyo. Elle est constituée principalement de granitoïdes panafricains renfermant en septa des formations métavolcano-sédimentaires et métavolcaniques d'âge méso à paléoprotérozoïque métamorphisées au panafricain dans les faciès amphibolite à granulite et des métavolcanites et schistes Néoprotérozoïques du Lom.; et iii) l'unité de l'ouest Cameroun affleure au Nord de la faille de Tcholliré-Banyo (Toteu et al., 2004) et s'étend à l'est du Nigéria. Elle comprend des schistes et gneiss néoprotérozoïques d'origine volcano-sédimentaire et volcanique de degré de métamorphisme moyen à fort et de granitoïdes pré-syn-tardi-tectoniques Pan-

Africains mis en place entre 660 et 570 Ma. Au niveau régional, cette dernière unité tectonique est également recoupée par des granitoïdes post-tectoniques alcalins datés à 540 Ma et des complexes annulaires tertiaires. Elle est aussi recouverte en discordance par de nombreux bassins volcano-sédimentaires non-métamorphiques paléozoïques (type Mangbai).

La couverture Phanérozoïque comprend des roches sédimentaires et volcaniques mineures du Paléozoïque (inférieur), des grès Crétacé et des séquences de schistes et des volcaniques continentales du Cénozoïque de la CVL (Ligne Volcanique Cameroun) qui est une chaîne en forme de Y, de 1 500 km de longueur avec des volcans (alcalins) tertiaires récents, comme le Mt Cameroun et des intrusions contemporaines de haut niveau.

Au plan du potentiel minéral, le Cameroun est aujourd'hui un pays producteur de substances énergétiques (pétrole et gaz), de substances métallifères (or) de substances utiles (calcaires, argiles) et de diamants. Le pays dispose encore de nombreuses ressources minérales encore peu développées, en particulier la bauxite et le fer et d'un fort potentiel d'étain, de cobalt, de nickel et d'uranium. D'une manière générale, l'or et les diamants sont produits artisanalement dans l'Est du pays, le long de la frontière avec la République Centrafricaine (RCA) mais également dans le Centre-Nord.

Les caractéristiques lithologiques, l'évolution structurale et les traits géotectoniques du Cameroun mettent en évidence son potentiel minéral ainsi que le soulignent les activités d'exploration en cours. L'archéen et les séquences paléoprotérozoïques du Sud du Cameroun sont riches en fer et potentiellement en or ; les ceintures néoprotérozoïques/pan-africaines contiennent divers dépôts en particulier des dépôts mafiques et ultramafiques enrichis en Co et des granitoïdes qui contrôlent la mise en place des métaux rares et précieux (Sn-W-REE & UA (?)), l'uranium, en plus de gisements supergènes et des minéraux non métalliques comme le rutile et la néphéline ; les séquences cénozoïques contiennent, quant à elles, des dépôts latéritiques résiduels majeurs de bauxite.

3.2. Présentation générale

3.2.1. Localisation et données géographiques

La zone rutilifère d'Akonolinga est située dans la Région du Centre, département du Nyong et Mfoumou dont la ville d'Akonolinga est le chef-lieu (centre administratif) (figure n°1). Plus précisément, elle est située à environ 125 km à l'est de la capitale Yaoundé. De Yaoundé, la route nationale n° 10, pavée, est en très bon état jusqu'à Ayos. Au km 120, une courte route asphaltée mène à Akonolinga à environ 10 km au sud-est. Cette ville est située du côté nord de la rivière Nyong

A partir d'Akonolinga, les flats des rivières Yo, Djaa et Mfoumou peuvent être atteints ; pour le Yo et le Djaa, on doit traverser la rivière Nyong sur un pont en béton, et rouler vers le sud sur quelques centaines de mètres jusqu'à la jonction avec l'étroite route secondaire P-22 qui suit la rivière Nyong au sud, et traverse les rivières Yo et Djaa qui contiennent les dépôts de rutile.

Les coordonnées approximatives du point repère

de la zone sont :

- latitude : 3°42'N
- longitude : 12°10'E
- altitude : 650 m

Le climat est de type équatorial, à deux saisons des pluies et deux saisons sèches. Concrètement, il s'agit d'une petite saison sèche de décembre à février, entrecoupée de quelques violents orages, et d'une longue période pluvieuse le reste de l'année, avec une diminution des précipitations en juillet et début août. Les pluies les plus abondantes tombent habituellement en septembre/octobre et avril/mai.

Au plan morphologique, la région d'Akonolinga correspond à un plateau au relief peu marqué et aux thalwegs fortement remblayés, souvent marécageux, inondés presque en permanence pendant les périodes pluvieuses, ce qui est notamment le cas pour le Yo et le Djaa.

Pour ce qui est de la végétation, l'ensemble de la région est couvert par la forêt secondaire. Au bord des pistes s'étalent de nombreuses plantations. Les flats sont occupés par une forêt moyennement dense, avec quelques étendues herbeuses.

3.2.2. Géologie du secteur d'étude

Au plan géologique et géologique, le secteur objet de cette étude est compris dans le socle cristallin du Sud-Ouest Cameroun, lequel est constitué de deux grands ensembles : le groupe du Ntem et celui de Yaoundé. C'est au plus récent des deux, le groupe de Yaoundé probablement charrié par le précédent, que sont liés les principaux gîtes alluvionnaires de rutile. Ceux-ci sont plus particulièrement associés à un ensemble de micaschistes à deux micas, grenat, disthène et rutile, avec bancs de quartzites intercalés. Ces faciès se rencontrent, d'une part au N.NE du projet dans la série de Yaoundé, mais également dans la série des monts Nisus, qui forme une étroite bande nord-sud à l'Ouest de la zone concernée.

Tous les gisements connus et autrefois exploités sont alluvionnaires, et leur description ne montre aucune originalité géologique.

3.2.3. Historique des travaux

Le rutile est connu au Cameroun depuis le début du siècle, mais il n'a été exploité qu'entre 1935 et 1955. La production totale de rutile recensée est de 15 000 tonnes environ, avec un maximum de 3 320 t en 1944 ; l'exploitation est restée essentiellement artisanale.

Dans le périmètre du projet, les exploitations les plus importantes étaient groupées :

- à l'Est de Yaoundé, dans la région d'Akonolinga, avec 30 % de la production totale;
- à l'Ouest de Yaoundé, dans la région d'Eseka et de la Sanaga Maritime, avec environ 8 % de la production totale.

Le rutile camerounais grossier était apprécié sur le marché pour sa qualité (95

à 98 % de TiO₂). Il était exploité uniquement à la granulométrie égale ou supérieure à 1 millimètre. Les teneurs d'exploitation variaient de 10 à 20 kg/m³ en place, parfois davantage.

En 1950, la Direction des Mines et le Bureau Minier de la France d'Outre-Mer (BUMIFOM) créent le Syndicat du Rutile. Cette organisation a lancé un programme de prospection dans une zone à l'ouest de Yaoundé, où la production artisanale était très limitée. Ce travail a permis de délimiter quinze petits gisements avec de petits tonnages. Un projet de réorganisation a été initié pour regrouper les différents petits producteurs et planifier l'exploitation. En 1953, l'union n'ayant pu se faire de manière effective, la dissolution du Syndicat a été prononcée. Les petits producteurs ont disparu quelques années plus tard et les exploitations ont cessé alors toute activité.

➤ Période de 1978 à 1980

En 1978, le Bureau de Recherches Géologiques et Minières (BRGM) de France décide, en dépit des facteurs négatifs antérieurs, d'investir dans le rutile camerounais. Cette année-là, le B.R.G.M. sur financement propre, prospecte les alluvions de la basse vallée du Nyong, à l'embouchure du fleuve dans le bassin sédimentaire côtier de Douala. Les résultats de cette campagne ne laissent que peu d'espoir (rapport 78 RDM 037 AF).

L'année suivante, à la suite d'une compilation métallogénique exhaustive, une campagne de prospection stratégique a été lancée dans d'autres secteurs. Les précédentes campagnes de prospection du BUMIFOM et des précédents sites miniers de rutile alluvionnaire ont été passées en revue et il est apparu que certains affluents au sud du fleuve Nyong étaient plus riches en rutile et pouvaient présenter des flats de 200 à 300 m de large ; c'était notamment le cas de deux affluents des rivières Djaa et Yo dans lesquels deux anciens permis miniers ont produit respectivement 495 tonnes et 75 tonnes de rutile.

Suite à cette étude, quatre secteurs (Édea-Kribi, Campo, Otélé et Akonolinga) ont été choisis pour une vérification sur le terrain axée sur le fonçage de puits dans les alluvions et les éluvions.

L'objectif économique minimal était la délimitation d'une ressource de 5 millions de tonnes de sable minéralisée à une teneur moyenne de 1% de rutile, dans un rayon de 50 km autour d'une unité de traitement. A la suite de cette campagne de prospection, seuls deux secteurs ont été retenus : Otélé et Akonolinga où ont été révélés des concentrés titrant en moyenne plus de 40% de rutile.

➤ Période de 1980 à 1985

Les travaux sont réalisés par le B.R.G.M. dans le cadre du Projet "Etude et Prospection minière dans le Sud-Ouest Cameroun (Projet minier Sud-Est)" financé par :

- le Gouvernement de la République du Cameroun ;
- le Fonds d'Aide et de Coopération (FAC) de France ;
- le Fonds Européen de Développement (FED)

1980 - Prospection stratégique par sondages à la Banka 4" (Rapport 81 RDM 047 AF)

Travaux :

Les flats du Yo et du Djaa ont été testés chacun par deux lignes distantes de 5 à 7 km. Les sondages Banka sont espacés de 30 à 100 m (30 sondages totalisant 112,30 m) sur chaque ligne. Un sondage tarière a été effectué pour tester les élévations de part et d'autre du flat.

L'échantillonnage a été réalisé par passes au plus métriques dans les niveaux sableux. Une vingtaine de centimètres de substratum ont été prélevés avec le dernier échantillon.

Résultats

✓ Flat Yo :

Sur la ligne A, l'alluvionnement est constitué de 0 à 2 m de recouvrement argileux, surmontant 1 à 2 m de sable plus ou moins minéralisé, avec quelques graviers de base. Sur la ligne B, le bed rock dessine un chenal à section dissymétrique. Sous un recouvrement argileux de 0 à 2,5 m, se trouve un niveau sableux, peu ou pas argileux, de 1 à 4 m de puissance.

La fraction dense supérieure à 1 mm est constituée presque entièrement de disthène (80 à 85 % en moyenne). La fraction dense inférieure à 1 mm comporte en moyenne 47 % de rutile et 40 % de disthène. Le restant se compose principalement de staurotide, grenat, ilménite, pyrite et zircon.

Les teneurs en rutile varient entre quelques kilogrammes et 42 kg/m³ de sable tout-venant foisonné. Les teneurs en disthène varient de quelques kilogrammes à plus de 400 kg/ m³ foisonné, avec une répartition comparable à celle du rutile, c'est-à-dire des teneurs importantes dans la partie médiane du flat et au-dessus du bed rock.

En extrapolant les résultats obtenus sur deux lignes aux 10 km de développement total du Yo, les potentialités du flat du Yo pourraient être de l'ordre de :

- 70 000 tonnes de rutile à une teneur moyenne de l'ordre de 15-16 kg/m³ de sable tout-venant foisonné;
- 150 000 tonnes de disthène supérieur à 1 mm, à des teneurs allant de 28 à 34 kg/m³ de sable tout-venant foisonné.

✓ Flat Djaa

Les alluvions du Djaa comportent un recouvrement argileux discontinu de 0 à 2,8 m de puissance, surmontant un niveau de 1,5 à 4 m de sable plus ou moins minéralisé. Cette formation sableuse, fine au sommet, devient de plus en plus

grossière vers le bas. La fraction dense supérieure à 1 mm est constituée presque entièrement de disthène (80 à 90 %). La fraction dense inférieure à 1 mm en moyenne de 52% de rutile et 31% de disthène ; les minéraux accessoires sont: la staurotide, le grenat, l'ilménite.

Les teneurs en rutile varient entre quelques kilogrammes et 41 kg/m³ de sable tout-venant foisonné. Les teneurs les plus fortes se situent dans la partie médiane du flat, ainsi qu'à la base du niveau sableux, à proximité du bed rock. Les teneurs en disthène oscillent entre quelques kilogrammes et 104 kg/m³ foisonné.

En extrapolant les résultats obtenus les potentialités du Djaa pourraient être de l'ordre de :

- 150 000 tonnes de rutile à une teneur moyenne de 17-18 kg/ m³ de sable tout-venant foisonné;
- 150 000 tonnes de disthène à des teneurs allant de 13 à 39 kg/m³ de sable tout-venant foisonné.

1983 - Reconnaissance préliminaire des flats du Yo et du Djaa (Rapport 83 RDM 036 AF)

Travaux :

Les flats du Yo et du Djaa ont par la suite, été reconnus par sondage Banka 4", à raison d'un profil transversal tous les 1 000 m, y compris ceux de la campagne 1980, et d'un sondage tous les 50 m sur ces profils. Une ligne de sondages a également été réalisée à l'aval du flat de leurs principaux affluents, soit au total 139 sondages totalisant 390,45 m.

Les méthodes de sondage, d'échantillonnage et de traitement des échantillons sont comparables à celles de la campagne 1980.

APPROCHES DES RESERVES DU GISEMENT

➤ Géométrie des flats

Le Djaa : le flat du Djaa a été étudié, sur une longueur de 12,8 km, par 10 profils de sondages Banka. Sa largeur varie sur sa partie reconnue entre 130 et 850 m (moyenne 390 m). L'épaisseur des alluvions ne dépasse pas 5,70 m.

Le Yo : le flat du Yo a été étudié par 7 profils de sondage, sur une longueur de 8,120 km. Sa largeur varie entre 230 et 650 m dans sa partie reconnue. L'épaisseur des alluvions oscille entre 2 et 4 m avec des pointes à 8 mètres.

➤ Géométrie du corps minéralisé

Le Djaa : La largeur jugée "utile" (teneur en concentré supérieure à 20 kg/m³) de ce flat oscille entre 60 et 400 m (moyenne 170 m). L'épaisseur moyenne des alluvions "minéralisées" ainsi définies est de 3,16 m, pour un recouvrement argileux stérile de 1,06 m (0 à 2,40 m).

Les affluents du Djaa :

- sur les trois affluents amont du Djaa, seul le profil effectué sur le flat de la Mbeteme est intéressant, avec une largeur "utile" de 190 m et une épaisseur "minéralisée" de 2,02 m sous un recouvrement nul ;
- sur les deux affluents du centre du Djaa, seul le flat Toumbou présente un intérêt, avec une largeur "utile" de 45 m et une épaisseur "minéralisée" de 0,85 m, sous 0,25 m de recouvrement stérile.
- le flat Nsoko présente une largeur "utile" de 150 m, une épaisseur de minerai de 2,50 m sous 0,55 m de recouvrement.

Le Yo : La largeur "utile" de ce flat oscille entre 50 et 150 m (90 m en moyenne). L'épaisseur moyenne des alluvions "minéralisées" est de 3,50 m sous un recouvrement stérile de 0,75 m en moyenne (0 à 1,80 m).

Les affluents du Yo : Sur les deux affluents de la rive gauche, en aval du Yo, seul le profil Bilondo présente un intérêt avec 80 m de flat "utile" et une épaisseur "minéralisée" de 1,80 m sous 0,40 m de recouvrement en moyenne.

➤ Teneurs mesurées

En règle générale, les parties de flat à teneur en concentré inférieure à 20 kg/m³ ne sont pas prises en compte.

○ Flats du Djaa et de ses affluents

Suivant les profils, les teneurs en rutile varient de 12,650 kg/m³ TVF¹ à 19,900 kg/m³ TVF pour le flat de Djaa.

- profil Mbeteme : 19,600 kg/m³ TVF(*)
- profil Toumbou : 17,500
- profil Nsoko : 17,900

Les teneurs en disthène varient beaucoup plus fortement, de 7,6 kg/m³ TVF à 49,650 kg/m³ TVF dans les alluvions du Djaa.

○ Flats du Yo et de ses affluents

Les teneurs en rutile varient dans les alluvions du Yo et par ligne de 15,8 kg/m³. Elle est de 19,7 kg/m³ pour le Bilondo.

Les teneurs en disthène varient (hors profils A et B de la campagne 1980) de 15,9 kg/m³ à 45,2 kg/m³, et est de 4,550 kg/mi dans les alluvions du Bilondo (un seul profil).

➤ Cubages estimés

Les réserves en rutile et disthène ont été évaluées par la méthode des zones d'influence attribuées à chaque ligne. Le volume est obtenu en faisant le produit des demi distances entre lignes par la section du corps minéralisé au niveau de la ligne.

La teneur utilisée est celle en T.V.F. Les réserves sont donc exprimées avec une

¹ TVF : Tout-Venant Foisonné

sécurité égale au coefficient de foisonnement (voir ci-dessous).

Alluvions du Djaa et de ses affluents : Les réserves en rutile sont estimées à 132 800 t à une teneur en place de 20,3 kg/m³ (dont 107 500 t pour les alluvions du Djaa). Les réserves en disthène seraient de 136 000 t (fractions inférieures et supérieures à 1 mm) à une teneur en place avoisinant 25 kg/m³ pour le flat du Djaa, et 7,4 kg/m³ pour ses affluents.

Alluvions du Yo et de ses affluents : Les réserves en rutile sont estimées à 50 700 t à une teneur en place de 22 kg/m³ (dont 45 500 t pour les alluvions du Yo). Les réserves en disthène seraient de 56 000 t à une teneur *en* place de l'ordre de 34 kg/m³ pour le flat du Yo, et négligeable (5,2 kg/m³) pour son affluent, le Bilondo.

Secteur d'Akonolinga : Le potentiel rutilifère de ce secteur est estimé à plus de 500 000 tonnes.

APPROCHE DE L'EXPLOITATION

➤ Les matériaux

Le recouvrement est argileux, supposé stérile (il n'a pas été échantillonné), de puissance très variable. Il ne semble pas qu'il y ait de lentilles argileuses importantes au sein des sables minéralisés. Seul le sondage 7 du profil 3070 du Yo semble avoir rencontré des argiles au contact du bed rock.

Le minerai sableux peut être, très schématiquement, scindé en trois faciès :

1. un niveau supérieur de sable moyen à grossier (< 1 mm), peu à pas argileux, très largement répandus, surtout dans la partie médiane du gisement;
2. un niveau inférieur de sable fin à moyen (< 1 mm), plus ou moins argileux, avec quelques graviers de quartz anguleux de 0,5 à 5 cm (inférieur à 10-20 %). Il se situe principalement dans les zones de surcreusement du substratum (chenaux) et semble le plus fortement minéralisé;
3. les sables fins deviennent localement argileux, surtout dans les parties latérales du flat.

Le substratum est constitué de schistes à muscovite, certainement très altérés.

➤ 1984 à 1985

Des études complémentaires ont été entreprises sur les concentrés récupérés dans les flats de Djaa et de Yo dans le but de :

- préparer une étude technico-économique préliminaire permettant de mieux préciser le potentiel économique;
- valoriser les données obtenues lors des campagnes précédentes avec un échantillonnage supplémentaire;
- améliorer le procédé de traitement et augmenter le pourcentage de récupération par gravimétrie des particules les plus petites.

Neuf fosses ont été creusées au cours de cette saison sur le terrain ; les échantillons prélevés ont été soumis à deux phases de traitement :

- des essais de laboratoire avec des dosages granulochimiques et minéralogiques, Humphrey test de table, contrôle de la concentration par lavage ;
- des essais pilotes sur 14 tonnes de minerai en vue de la maîtrise des problèmes de lavage et de concentration gravimétrique des particules fines.

Ces tests en laboratoire ont montré des pertes de 7% de TiO₂. Les tests sur les tables ont montré une récupération de :

- fraction 100 - 500 μ = 72 à 85% de TiO₂;
- fraction 32 - 100 μ = 74% TiO₂;
- Fraction <32 μ = considérée comme irrécupérable.

La récupération moyenne est estimée à 65% de TiO₂. La teneur du minerai brut est d'environ 2,1% de TiO₂ (produit sec). Cette valeur était comparable aux valeurs obtenues sur les neuf échantillons testés en laboratoire.

➤ 1988 à 1991

Le 28 février 1988, le Ministère des Mines, de l'Eau et de l'Energie (MINMEE) et le BRGM ont constitué la Société d'Étude du Rutile d'Akonolinga (SERAK) au capital de 460 millions de francs CFA détenue par une filiale à 100% du BRGM (SEREM) et l'Etat du Cameroun dans des proportions respectives de 52% et 48%.

La même année, SERAK a entrepris une étude de préfaisabilité sur les dépôts de rutile d'Akonolinga. Des essais pilotes ont été réalisés sur quatre échantillons en vrac prélevés dans les rivières Djaa et Yo ; ce sont :

BS N° 1: 70 tonnes; BS No 3: 163 tonnes
BS N° 2: 106 tonnes; BS No 4: 227 tonnes.

Cette étude a été principalement réalisée en vue de la définition du schéma de traitement de ce type de minerai et également, pour une première estimation de l'investissement nécessaire à la construction d'une unité de traitement d'une capacité de 3 000 tonnes par an de concentré de rutile. Cette unité pilote a produit un pré-concentré à une teneur de 60-65% TiO₂ ; ce pré concentré a été raffiné par séparation magnétique à haute intensité et séparation électrostatique. Les concentrés obtenus ont été envoyés à différents consommateurs pour tester le marché.

En 1989, la deuxième phase de l'étude de préfaisabilité comprenant également une étude géologique et économique a été entreprise.

Les alluvions rutilifères des rivières Djaa et Yo ont été étudiées par 636 trous forés à la sondeuse Banka. Des forages ont été percés sur des sections à un intervalle de 500 m et le long des sections à un espacement de 50 m. Une "croix" à espacement variable a été établie sur chaque plat à environ 1/3 de la distance de l'embouchure de la rivière. Ces croisements ont permis d'établir des variogrammes nécessaires au traitement géostatistique des résultats.

Un plan à l'échelle 1: 5000 a été préparé. Dans les deux flats, 34 fosses ont été

creusées. Chaque fosse avait un diamètre de 1,25 m. Ils ont été creusés sur des sections à un espacement de 1 000 m. Ils ont été exécutés dans le but d'obtenir un grand volume de matériel et de contrôler les teneurs obtenues dans les trous de sondage

Le rutile n'étant pas le seul minéral porteur de TiO₂, des échantillons de 34 fosses ont été utilisés pour déterminer l'origine et la proportion de TiO₂ contenu dans d'autres minéraux. Suite à cette étude, il a été conclu qu'environ 23% (rivière Yo) à 28% (rivière Djaa) du TiO₂ proviennent d'aiguilles de rutile contenues dans des inclusions dans d'autres minéraux.

Pour l'estimation des réserves, les flats ont été coupés en panneaux élémentaires. La valeur moyenne de chaque panneau a été obtenue à partir de tous les sondages et des puits percés dans cette section. Cette méthode a permis d'évaluer les ressources géologiques de chaque flat. Le traitement statistique a permis la confirmation de cette évaluation, avec l'introduction d'un facteur de doute lié à la méthode et au type d'échantillonnage. Les résultats obtenus par les deux méthodes sont présentés comme suit:

Flat	Méthode géostatistique	Méthode conventionnelle
Djaa	290 226 tonnes (± 49 919 tonnes)	300 366 tonnes
Yo	242 335 tonnes (± 37 800 tonnes)	243 884 tonnes
TOTAL	532 561 tonnes	544 250 tonnes

En tenant compte du taux de récupération de 65% obtenue lors des essais pilotes de 1988, l'exploitation minière produirait 195 000 tonnes et 158 000 tonnes de TiO₂ provenant des rivières Djaa et Yo. Le tonnage total est estimé à 353 000 tonnes de TiO₂ ce qui correspond à 362 000 tonnes de rutile à 97,55% de TiO₂.

En 1989, on était arrivé à la conclusion que les flats de Djaa et de Yo n'étant pas les seuls secteurs riches en rutile de la région ; des alluvions rutilifères supplémentaires provenant d'autres rivières telles que le Mfoumou pourraient constituer des ressources supplémentaires pour l'avenir.

En 1990, SERAK a mené une étude pilote en vue de l'optimisation des circuits gravimétriques. L'essai a consisté en l'utilisation de spirales pour la fraction +40 µ - 1000 µ des échantillons composites prélevés dans les flats du Djaa et de Yo.

Les résultats obtenus à partir de cette étude ont confirmé ceux obtenus au cours de la seconde phase.

En 1991, une deuxième étude visant à améliorer la concentration gravimétrique a été réalisée sur des concentrés obtenus à partir de spirales (40 µ à 1 mm) provenant de l'usine pilote. Les essais effectués avec le séparateur électrostatique à rotor n'ont pas permis la séparation entre le rutile et le disthène. L'élimination du quartz est cependant restée très efficace mais avec un rendement inférieur à la séparation magnétique.

La même année, le BRGM a préparé une étude préliminaire de faisabilité pour un projet d'exploitation de 30 000 tonnes par an.

Au cours de cette étude préliminaire de faisabilité, les méandres de Yo (8 km) et de Djaa (12 km) ont été systématiquement explorés en utilisant la sondeuse Banka selon une grille de 500 m sur 50 m, soit un total de 42 profils et 405 trous de forage plus un certain nombre de fosses. Les largeurs respectives des fleuves Yo et Djaa sont de 400 m et 300 m. Dans les deux cas, l'épaisseur moyenne des alluvions est d'environ 3 m, dont 0,65 m est constitué d'argile stérile. La densité spécifique sèche du minerai est de 1,5.

Tous les trous de forage ont été échantillonnés à un intervalle de 1 m et analysés pour le TiO₂. De plus, un échantillon composite de chaque trou de forage a été préparé et utilisé pour extraire sa fraction de rutile dans les granulométries de 40 à 1000 µm en utilisant la liqueur de Clérici.

Les réserves ont été calculées en supposant qu'une drague spécialement adaptée serait utilisée pour extraire le minerai et que les problèmes spécifiques rencontrés dans la prospection alluviale avaient été pris en compte.

Les réserves ont ainsi été calculées à 19 928 554 mètres cubes avec une concentration de 24,62 kg / m³ de rutile (1,64% de TiO₂), soit 490 612 tonnes de rutile exprimées en TiO₂ rutile. Dans la fraction commerciale 40 - 1000 µm, les deux flats combinés contiennent 384 562 tonnes de rutile à une concentration en minerai de 1,65% de rutile.

En plus de la campagne sur la rivière Djaa et Yo, des forages de prospection et de reconnaissance ont été entrepris le long de la rivière Mfoumou. La reconnaissance a permis de délimiter les ressources additionnelle de 240 084 tonnes de rutile dans les flats de Mfoumou et de 240 000 tonnes dans ses affluents.

Au cours de la même période, des reconnaissances ont été effectuées sur les rivières Sélé et Tédé dans la région de Nanga Eboko. La campagne a permis d'estimer les ressources à respectivement 723 000 tonnes de rutile et 174 680 tonnes de rutile. À ce jour, le projet a un potentiel de plus de 3 000 000 de tonnes de rutile si l'on prend en compte les minéralisations de la rivière Mfoumou et de ses affluents, des criques du sud d'Akonolinga et des rivières Tede et Sele situées dans la zone de Nanga Eboko.

Le tableau ci-après montre la distribution des ressources présumées exprimée en tonnage de rutile commercial.

RESSOURCES MINÉRALES ET ESTIMATIONS DE LA RÉSERVE MINÉRALE

Ressources mesurées	Tonnes de rutile	% Rutile
Yo	136 000	1,71
Djaa	262 000	1,56
Mvingui	118 000	1,58
Lower Mfoumou	248 000	1,00

TOTAL	764 000	1,35
Ressources indiquées		
Akonolinga Sud	947 000	0.81
Haut Mfoumou	240 000	1,00
Nanga Eboko	898 000	1,11
TOTAL	2 085 000	0,94
GRAND TOTAL	2 849 000	1,05

La teneur moyenne des ressources totales calculées est de 1,05% de rutile. Ce potentiel représente la deuxième ressource mondiale en rutile, juste derrière la Sierra Leone.

En 1993, la firme Consolidated Rutile Limited d'Australie (CRL) a préparé un rapport de commercialisation du projet pour la SERAK. Cinq conclusions sont tirées par ce producteur australien :

- le projet Akonolinga avec en plus les ressources additionnelles de Nanga Eboko' s'avère une nouvelle ressource mondiale importante en titane;
- une analyse des coûts d'exploitation de la mine indique que, en raison de leur forme et emplacement, les dépôts de rutile camerounais se classent au plan économique, derrière ceux de North Stradbroke Island et de Sierra Leone ;
- dans le marché global de titane du monde (y compris l'ilménite) il y a une forte compétition entre de nombreux gisements dans divers pays en vue de rentrer comme nouveaux producteurs dans la prochaine reprise du marché qui est cyclique ;
- il faudrait établir une position concurrentielle sur le marché en minimisant les coûts globaux et l'élaborer des stratégies de marché efficaces en vue du succès du projet Akonolinga ;

En août 1993, C. Forristal Mining Consultant d'Angleterre a soumis au BRGM un rapport d'audit sur l'étude de préfaisabilité, pour déterminer la capacité optimale du projet, l'emplacement privilégié pour la station de traitement à sec, la séquence et les méthodes d'exploitation, le traitement humide, la conception de l'usine, les facteurs de récupération, la sélection de l'équipement et les ajustements des coûts.

Le cabinet d'experts-conseils conclut qu'avec des ressources mesurées et indiquées de 2,85 millions de tonnes de potentiel d'exploration de rutile, le projet Akonolinga (incluant Nanga Eboko) représente un important producteur de rutile de classe mondiale. En dehors du sol très peu profond, qui limite le choix des méthodes d'exploitation, il n'y a pas de caractéristiques techniques exceptionnelles et rien d'apparent qui pourrait s'avérer fatal à la réussite du projet.

4. NATURE ET DESCRIPTION DES PRESTATIONS

Les prestations à mettre en œuvre comprennent (sans exclusive) :

- la certification des données des études antérieures à travers :

- la revue des données historiques : les différents rapports disponibles sur l'exploration du secteur, les techniques utilisées de prélèvement et de traitement des échantillons, le calcul des teneurs et des réserves, le déroulement et les résultats des essais pilote, etc., seront examinés et commentés. Un avis général sera donné sur ces différents travaux ;
- la confirmation des données existantes en vue de qualifier les ressources déclarées : le soumissionnaire utilisera toute méthode qu'il jugera adaptée ; toutefois, un minimum de travaux devra être exécuté notamment : deux sondages par sections transversales, le ré-échantillonnage de ces forages et le dosage du concentré obtenu après traitement ; un minimum de 50 forages par flat sera recommandé ;

➤ la qualification des ressources déclarées

Sur la base des résultats des travaux de la phase précédente, le soumissionnaire procédera au resserrement des sondages ; un espacement de 25 mètres est recommandé sur les lignes transversales : un minimum de 480 forages pour les flats de la rivière Yo et de 1200 sondages pour les flats de la rivière Djaa est recommandée. Ces trous devraient permettre de mieux quantifier les ressources et de qualifier les ressources et les réserves.

➤ L'élaboration d'un schéma de récupération de la substance

De nouveaux équipements ayant été développés pour la récupération notamment de l'or par gravimétrie humide ou sèche, il conviendra de procéder à des tests utilisant de nouveaux équipements et technologie. Les paramètres de déschlammage et la classification du minerai devraient être vérifiés.

➤ Actualisation de l'étude de préfaisabilité faite par le BRGM

Il est important de maximiser la récupération et la valeur du TiO₂ ainsi que la réduction des coûts par économie d'échelle de déterminer la production optimale afin de réaliser des économies d'échelle. Une cadence de production de 60 000 à 80 000 tonnes en lieu et place des 30 000 tonnes prévues par le BRGM pourrait être envisagée. Une étude détaillée des conditions hydrologiques des sites de production sera également réalisée, l'augmentation de la production nécessitant plus d'eau pour supporter des barges flottantes plus grandes et plus lourdes de conception spécifique pour s'adapter à l'épaisseur d'alluvions minces.

➤ Etude de faisabilité prenant en compte

Les points à prendre en compte dans cette étude de faisabilité sont ceux des textes législatifs et réglementaires applicables, notamment :

- Les dispositions communes à la délivrance des titres miniers de production :
 - l'évaluation chiffrée de l'importance et de la qualité des réserves du minerai, selon les standards internationaux agréés ;
 - la détermination du procédé de traitement métallurgique du minerai ;

- une planification de l’exploitation minière appuyée par un profil de production ;
 - la présentation d’un programme de construction de la mine, détaillant les travaux, les équipements, installations et fournitures requises pour la mise en production commerciale d’un gîte ou d’un gisement potentiel ainsi que les coûts estimatifs s’y rapportant, accompagné des dépenses à effectuer annuellement ;
 - la déclaration décrivant les conditions d’infrastructures attendues ;
 - une notice d’impact socio-économique du projet, particulièrement sur les populations locales ;
 - une étude d’impact environnemental et social du projet validée ;
 - l’établissement d’un plan relatif à la commercialisation des produits comprenant les points de vente et les prix ;
 - les projections financières claires et complètes pour la période d’exploitation ;
 - les conclusions et recommandations quant à la faisabilité économique et le calendrier arrêté pour la mise en vente de la production commerciale en tenant compte des points visés ci-dessus ;
 - un projet de convention minière ;
 - toutes autres informations que la partie chargée de ladite étude de faisabilité estimerait nécessaire pour amener toutes institutions financières ou bancaires à s’engager à prêter les fonds nécessaires à l’exploitation du gisement ;
 - le plan des travaux de fermeture de la mine, de restauration et de réhabilitation des sites des opérations minières, le calendrier de réalisation desdits travaux, l’évaluation de leurs coûts et la proposition de financement de la caution pour garantir l’exécution des travaux, consistant de garantie bancaire, de police d’assurance et/ou de versements dans un compte séquestre d’un montant et en disponibilité suffisants pour garantir la réalisation, par le titulaire ou par l’Administration en charge des Mines, des travaux de fermeture, de restauration et de réhabilitation des sites des opérations minières prévus au plan, conformément aux directives de l’Administration en charge des mines.
- Les dispositions spécifiques aux gisements antérieurement mis en évidence par des tiers :
 - le remboursement de la valeur actualisée des études antérieures ;
 - le niveau de participation de l’Etat au capital de la société d’exploitation

Au terme de ces travaux, le Consultant sera invité à négocier avec le MINMIDT une convention minière et se verra attribuer automatiquement un titre minier d’exploitation.

5. COMPOSITION DE L’EQUIPE DU CONSULTANT

Le consultant devra fournir la liste du personnel clé qu’il compte mettre en place pour l’accomplissement des prestations ; cette liste devra comprendre au moins :

Un Géologue, Chef de projet :

Qualifications et compétences

Doctorat en géologie ou diplôme équivalent ;

Expérience professionnelle générale

Au moins 15 ans d'expérience en cartographie géologique, spécialement dans des terrains précambriens plutoniques et métamorphiques ;

Familiarisé avec les techniques modernes de la cartographie (GPS, SIG, bases de données numériques) et de valorisation de données multidisciplinaires (observations de terrain, images-satellite, radar, géophysique aéroportée, géochimie des sols, ...)

Expérience professionnelle spécifique

Avoir dirigé ou supervisé techniquement au moins deux projets de dimensions et d'objectifs similaires ;

Bonne connaissance des particularités géologiques de l'Archéen et du Paléo protérozoïque et de leur potentiel en ressources minérales ;

Familiarisé avec le continent africain dans tous ses aspects (géologie, terrain et végétation, climat, logistique, culture et coutumes, administration) ;

Une personne qualifiée

définie suivant la Norme 43-101 ou toute autre norme reconnue équivalente prenant en compte notamment, le cursus scolaire, l'affiliation à une association professionnelle, l'expérience dans les audits miniers, etc. du postulant au poste ;

Un géologue

au moins 8 ans d'expérience, diplôme post maîtrise ou de doctorat dans les études métallogéniques régionales ; et ayant une bonne connaissance de la métallogénie des terrains granitiques et métamorphiques précambriens.

Un spécialiste en traitement de minerais

au moins 10 ans d'expérience de post maîtrise ou de doctorat dans l'organisation de campagnes d'exploration géologique et dans le contrôle de la qualité de la préparation de l'échantillonnage, des techniques d'analyse de laboratoire et de l'interprétation de l'analyse élémentaire.

6. DELIVRABLES

- Rapport initial détaillant le plan de travail ; ce rapport sera soumis deux semaines après notification de l'Ordre de Service
- Rapport de progrès : le soumissionnaire présentera des rapports de progrès trimestriellement exposant :
 - un état récapitulatif de l'avancement des travaux ;
 - les données relatives au déroulement des opérations sur le plan technique, humain, logistique ;
 - des mesures éventuelles à préconiser pour le bon déroulement des opérations à venir

➤ Rapports finaux : étude de faisabilité

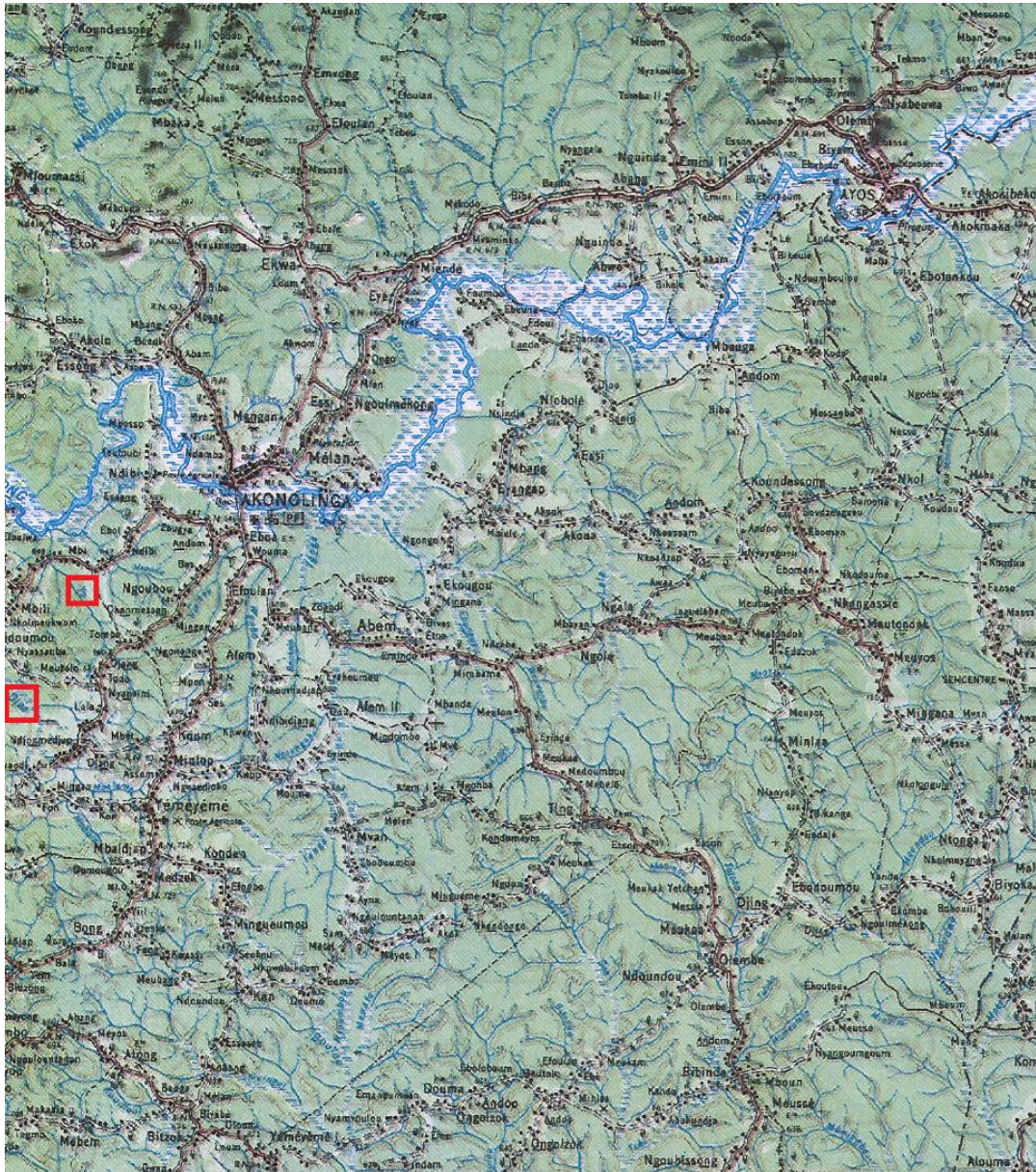
7. DELAI DE REALISATION

Le délai de réalisation des travaux est celui de la durée d'un permis de recherche, c'est-à-dire trois (03) ans. Elle est non renouvelable.

Annexes :



Figure 1 : Carte administrative partielle du Cameroun montrant les secteurs de rufite



Annexe 2: Situation des rivières Djaa et Yo dans les environs d'Akonolinga (extrait de la carte au 1/200.000ème)

BIBLIOGRAPHIE

LARRIBE D. : Prospection des alluvions de la basse vallée du Nyong (Cameroun). Recherche des concentrations minérales en rutile et zircon; Rapport BRGM 78 RDM 037 AF; 1978

LARRIBE D., : SAVOYE J. Étude et prospection minière du sud-ouest Cameroun, Deuxième phase, Campagne 1979, Prospection du Rutile; Rap. BRGM 79 RDM 061 AF; 1980

SAPINART J. : Résultats de la prospection minière du Sud-Ouest Cameroun. Campagne 1981. Prospection du Rutile du secteur Yaoundé-Akonolinga; Rap. BRGM 81 RDM 057 AF; 1981.

LARRIBE D. : Résultats des prospections minières du sud-ouest Cameroun. Campagne 1980. Prospection pour le rutile des zones d'Obélé et d'Akonolinga; Rap. BRGM 81 RDM 047 AF; 1981.

SAPINART J. : Résultats de la prospection minière du sud-ouest Cameroun, Campagne 1982-1983. Volume D. Proportion pour rutile du secteur Yaoundé-Akonolinga. Étude semi-systématique des flats du Yo et du Djaa; Rap. BRGM 83 RDM 036 AF; 1983.

BAJON P.H., FABY J.P., VERDIER P., DUBOIS E. : Étude de traitement de deux lots de sable à rutile du Cameroun (séparations gravimétriques, magnétiques, électros-tatiques); Rap. BRGM 83 RDM 036 AF; 1983.

NOEL Y. : Étude et prospection minière du sud-ouest Cameroun. Campagne 1984-1985. Volume B. Le rutile des alluvions du Yo et du Djaa; Rap. BRGM 85 CMR 013; 1985.

FABY J.P. et NGWA J. : Pilote de traitement gravimétrique du rutile d'Akonolinga (Cameroun); Description et résultat de l'opération (mai-août 1988); BRGM 88 CRM 200 MIN, 1988.

BERROUIN J.P. SERAK; Rutile Akonolinga (Cameroun), 1ère phase - Essai Pilote de traitement Rap. BRGM 88 CRM 220; 1989

LOISLARD M., HERROUIN J.P. et NGWA J. : Certification des réserves de rutile alluvionnaire d'Akonolinga (Cameroun); SERAK; BRGM 89 CMR 161; 1989

LOISLARD M., HERROUIN J.P. et NGWA J. : Fiches de teneurs en TiO₂ acquis sur les sondages Banka, Grille de resserrements, Rivière Yo; Annexe 4; SERAK; BRGM 89 CMR 161; 1989

LOISLARD M., HERROUIN J.P. et NGWA J. : Fiches de teneurs en TiO₂ sur les sondages Banka, Grille de resserrement, Rivière Djaa; Annexe 3; SERAK; BRGM 89 CMR 161; 1989

LOISLARD M., HERROUIN J.P. et NGWA J. : Prospection systématique du Djaa (Fiches de sondages Banka); Annexe 2; SERAK; BRGM 89 CMR 161; 1989

LOISLARD M., HERROUIN J.P. et NGWA J. Prospection systématique du Yo (Fiches de sondages Banka); Annexe 1; SERAK; BRGM 89 CMR 161; 1989

LOISLARD M., HERROUIN J.P. et NGWA J. : Coupes de puits et fiches de teneurs TiO₂, Rivière Djaa (Annexe 5), Rivière Yo (Annexe 6); SERAK; BRGM 89 CMR 161; 1989

LOISLARD M., HERROUIN J.P. et NGWA J. : Teneur moyenne TiO₂ pondérée par profil;

Rivière Djaa (Annexe 7), Rivière Yo (Annexe 8); SERAK; BRGM 89 CMR 161; 1989

LOISLARD M., HERROUIN J.P. et NGWA J. : Fiches d'Analyse granulométrique; Rivière Djaa (Annexe 9), Rivière Yo (Annexe 10); SERAK; BRGM 89 CMR 161; 1989

LOISLARD M., HERROUIN J.P. et NGWA J. : Topographie - altitude des sondages; Rivière Djaa et Rivière Yo (Annexe 11), Topographie-coordonnées des polygonales, Rivières Djaa et Yo (Annexe 12); SERAK; BRGM 89 CMR 161; 1989

LOISLARD M., HERROUIN J.P. et NGWA J. : Prélèvements par «Tubes battus, Analyses densimétriques et calcul de foisonnement; Rivière Djaa (Annexe 13), Rivière Yo (Annexe 14); SERAK; BRGM 89 CMR 161; 1989

LAFOY C. : Étude minéralogique des puits de contrôle; SERAK; BRGM 89 CMR 161; 1989

LOISLARD M., HERROUIN J.P. et NGWA J. : Estimation géostatistique des réserves en place, Gisement de rutile d'Akonolinga (Cameroun), (Annexe 16); SERAK; BRGM 89 CMR 161; 1989

COUETDIC J.M. : Étude préliminaire de faisabilité, projet de 30 000 tonnes par an; SERAK-BRGM; Volume 2- Annexes; Rap. BRGM R 32 557; 1991.

COUETDIC J.M. : Résumé de l'étude de faisabilité 1991, Akonolinga rutile, Preliminary faisabilité d'un projet de 30 000 tonnes par an, BRGM R32 557, 1991.

Joint-venture SERAK-CRL Akonolinga;; Rivière Mfoumou, Campagne 1991/92; Coupes transversales; Volume 2c; Rap. BRGM R 36134; 1992.

Joint-venture SERAK-CRL Akonolinga;; Prospection régionale, Campagne 1991/92; Sud Akonolinga; Volume 3; Rap. BRGM R 36134; 1992.

Joint-venture SERAK-CRL Akonolinga;; Prospection régionale, Campagne 1991/92; Bassin de la Mfoumou; Volume 4; Rap. BRGM R 36134; 1992.

FABY J.P., GRÈS M. et JEZEQUEL P. (SGN / GEO). : Affinage des concentrés de Gravimétrie d'Akonolinga (Cameroun); Rapport d'Essais; BRGM DAM / MIN / 91 n ° 308; 1991.

Barret P.J. :Un rapport préparé pour la coentreprise Akonolinga par Consolidated Rutile Limited,
12 pages, 1993.

Forristal C. : BRGM Cameroun rutile, Révision du Projet Akonolinga ;

Ciaran Forristal Mining Consultant, Royaume-Uni; 1993.