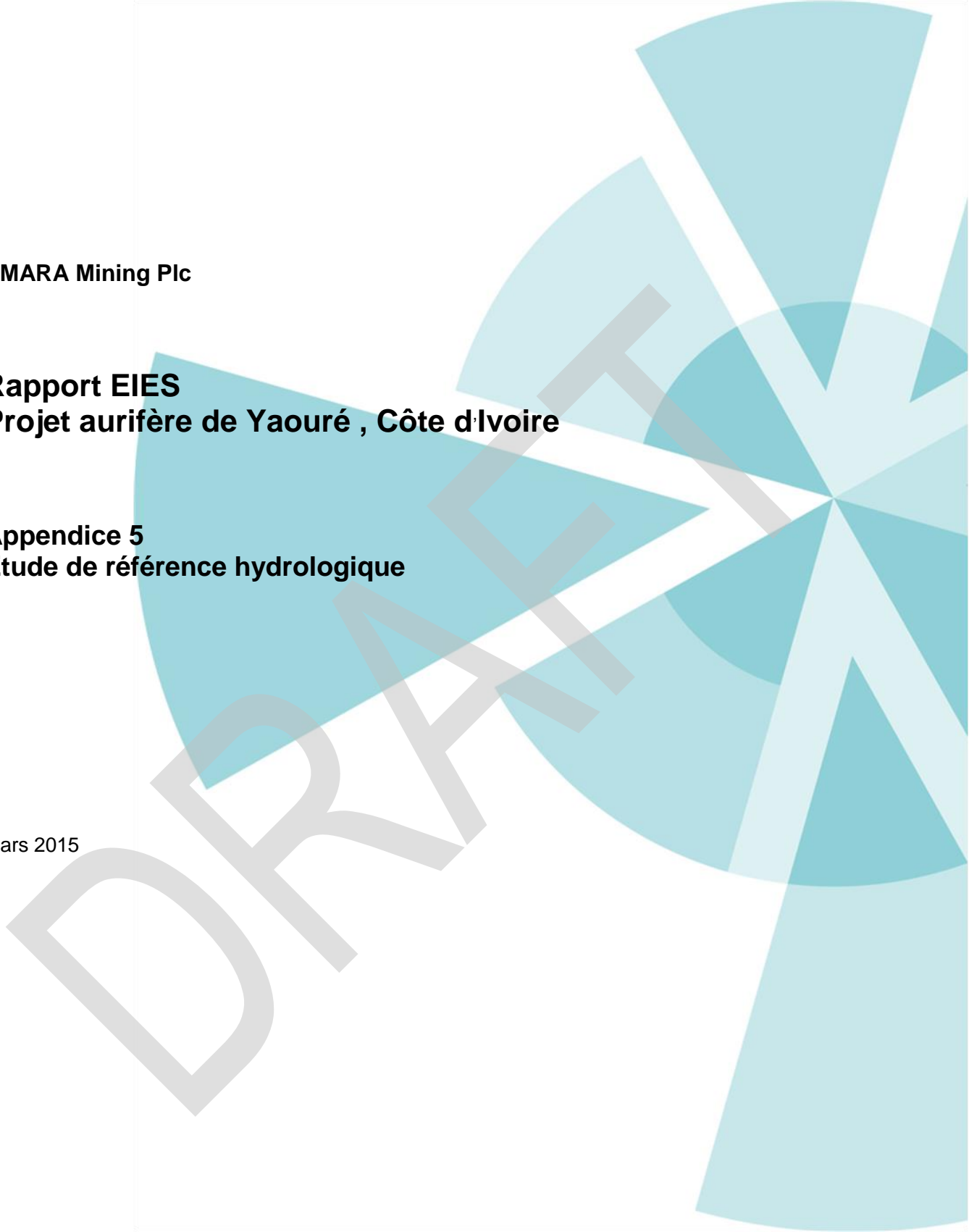


**AMARA Mining Plc**

**Rapport EIES  
Projet aurifère de Yaouré , Côte d'Ivoire**

**Appendice 5  
Étude de référence hydrologique**

Mars 2015





## Table des matières

- 1. CADRE GÉOLOGIQUE**
- 2. ÉTUDES HISTORIQUES ET DONNÉES**
  - 2.1 NIVEAUX DES EAUX SOUTERRAINES ET PROPRIÉTÉS
  - 2.2 AQUIFÈRES
  - 2.3 QUALITÉ DES EAUX
- 3. PROJET YAOURÉ, FORAGE ET ESSAIS**
  - 3.1 FORAGES GÉOTECHNIQUES ET ENVIRONNEMENTAUX
  - 3.2 TESTS D'ÉTANCHÉITÉ-PACKER TESTS
  - 3.3 INSTALLATION ET DÉVELOPPEMENT DES PUIITS
  - 3.4 TESTS DE PERMÉABILITÉ
  - 3.5 TESTS DE POMPAGE
- 4. SURVEILLANCE DES EAUX SOUTERRAINES**
  - 4.1 SURVEILLANCE DU NIVEAU DE L'EAU
  - 4.2 QUALITÉ DES EAUX SOUTERRAINES
- 5. RÉFÉRENCES**

### Liste des tableaux

TABLEAU 2-1	POINTS DE SURVEILLANCE DES EAUX SOUTERRAINES (SGS, 2006)
TABLEAU 2-2	INVENTAIRE DES PUIITS (SOURCE : SGS, 2007)
TABLEAU 3-1	COMPTE-RENDU DÉTAILLÉ DES FORAGES DE SURVEILLANCE ET D'ESSAIS
TABLEAU 3-2	COMPTE-RENDU DES FORAGES GÉOTECHNIQUES
TABLEAU 3-3	INTERVALLES DES « PACKER TEST »
TABLEAU 3-4	RÉSULTATS DES TESTS DE PERMÉABILITÉ
TABLEAU 3-5	COMPTE-RENDU DES CONFIGURATIONS DES ESSAIS DE POMPAGE
TABLEAU 3-6	COMPTE-RENDU DES RÉSULTATS DES TESTS PAR ÉTAPE
TABLEAU 3-7	COMPTE-RENDU DES RÉSULTATS DES ESSAIS À DÉBIT CONSTANT
TABLEAU 4-1	SURVEILLANCE DU NIVEAU DES EAUX SOUTERRAINES

### Liste des figures

FIGURE 1-1	GÉOLOGIE RÉGIONALE
FIGURE 1-2	TOPOGRAPHIE ET DRAINAGE DU SITE DU PROJET ET SURVEILLANCE ACTUELLE DES LIEUX

## 1. CADRE GEOLOGIQUE

La géologie régionale de la zone du Projet (SRK, 2008) est constituée de séries de ceintures de roches archéennes, de roches birimiennes et de roches vertes séparées par des migmatites et granites plus anciens. Le gisement d'Angovia est issu d'une des ceintures de roches vertes birimiennes dans l'enceinte du groupe Yaouré, qui est composée de séries de roches mafiques et métavolcaniques, de roches felsiques intrusives et de conglomérats mineurs, associés à des intrusions calco-alcalines et ultramafiques, le tout sur une orientation nord-nord-est.

La géologie de la zone du gisement de Yaouré est relativement simple. La majorité de la zone du Projet repose sur des roches volcaniques mafiques, qui sont principalement massives et formées de basaltes en coussins. La partie nord de la zone est pénétrée par de la granodiorite massive qui localement a une texture porphyrique subtile. Ailleurs, mais surtout dans le contexte de la zone principale de Yaouré, il y a de nombreux filons de porphyre. Une section volcanoclastique, principalement d'origine épicyclastique, est située près de la zone de contact avec de la granodiorite, au nord. L'intrusion granodioritique au nord n'est pas minéralisée alors que celle de la mine de Yaouré contient des veines de quartz bien minéralisées.

La minéralisation à Yaouré est contenue au sein de deux couloirs aurifères peu profonds (<30 degrés) orientés nord-sud contrôlés par une zone épaisse de cisaillement fragile-ductile. Le couloir central de Yaouré est d'une épaisseur de 200 mètres et constitue une zone minéralisée de grade inférieur avec des lentilles de minerai à teneur plus élevée et des veines de quartz transversales et sub-verticales à teneur élevée. L'ensemble CMA est plus discret, il est constitué d'une zone relativement continue d'une épaisseur de 20 mètres et d'une longueur approximative de 140 mètres au-dessus du corps central de Yaouré.

La section de Yaouré forme un synclinal de roches tholéitiques basiques métavolcaniques et de sédiments recouvert par plus de roches volcaniques acides (SRK, 2008). On pense que les roches tholéitiques ont été formées après une altération hydrothermale et sont constituées de chert, de veinules de pyrite, de pyrrhotite, de chlorite, d'épidote, de tourmaline et de carbonates disséminés. On pense que les roches sus-jacentes volcanosédimentaires, acides à moyennement acides, sont constituées de coulées pyroclastiques et de coulées acides pyroclastiques.

Toutes les roches citées ci-dessus ont été injectées par des roches plutoniques basiques à ultra basiques intrusives, et par des roches vocano-plutoniques acides à moyennement calco-alcalines intrusives; l'ensemble rocheux est à son tour recouvert de conglomérat polygénique de benou. Le tout a été déformé par une série de zones de cisaillement orientées est-ouest et injecté par des filons associés de quartz grisâtre.

Des caractéristiques d'érosion latéritique primaire et secondaire se sont développées à travers la zone sus-jacente au conglomérat. La minéralisation aurifère elle-même semble être localisée principalement dans des zones d'altération contrôlées structurellement dans des roches volcaniques intermédiaires.

Figure 1-1 représente une carte géologique du projet.

Le rapport de l'évaluation économique préliminaire (PEA) de 2014 indique qu'une faille régionale majeure d'orientation N-E traverse la mine centrale de Yaouré. Des mouvements tout au long de cette faille ont généré deux failles supplémentaires d'orientation NNE-SSO qui s'étendent à travers les gisements d'or de Yaouré. Steenkamp a identifié en 2012 des structures géologiques supplémentaires. Les structures peuvent potentiellement servir de passages pour les eaux souterraines et ceci pourrait donner lieu à des infiltrations dans la mine ou au transport de contaminants potentiels vers des ressources hydriques souterraines. Elles pourraient également servir de barrières de confinement. La connexion potentielle de ces structures aux ressources hydriques de surface devra être examinée davantage lors de l'étude de faisabilité définitive (DFS) et de l'étude hydrogéologique.

DRAFT

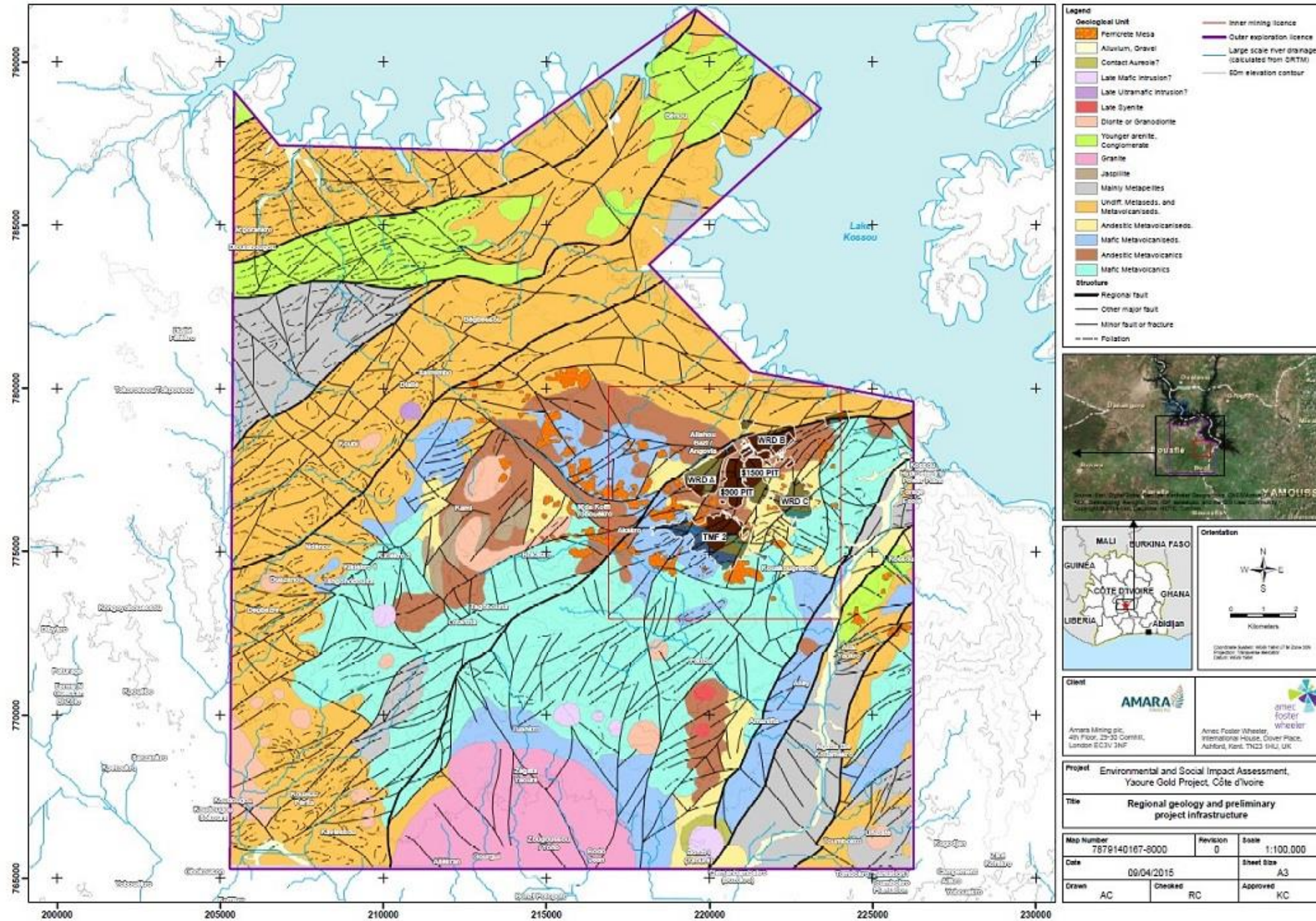


Figure 1-1 Géologie régionale

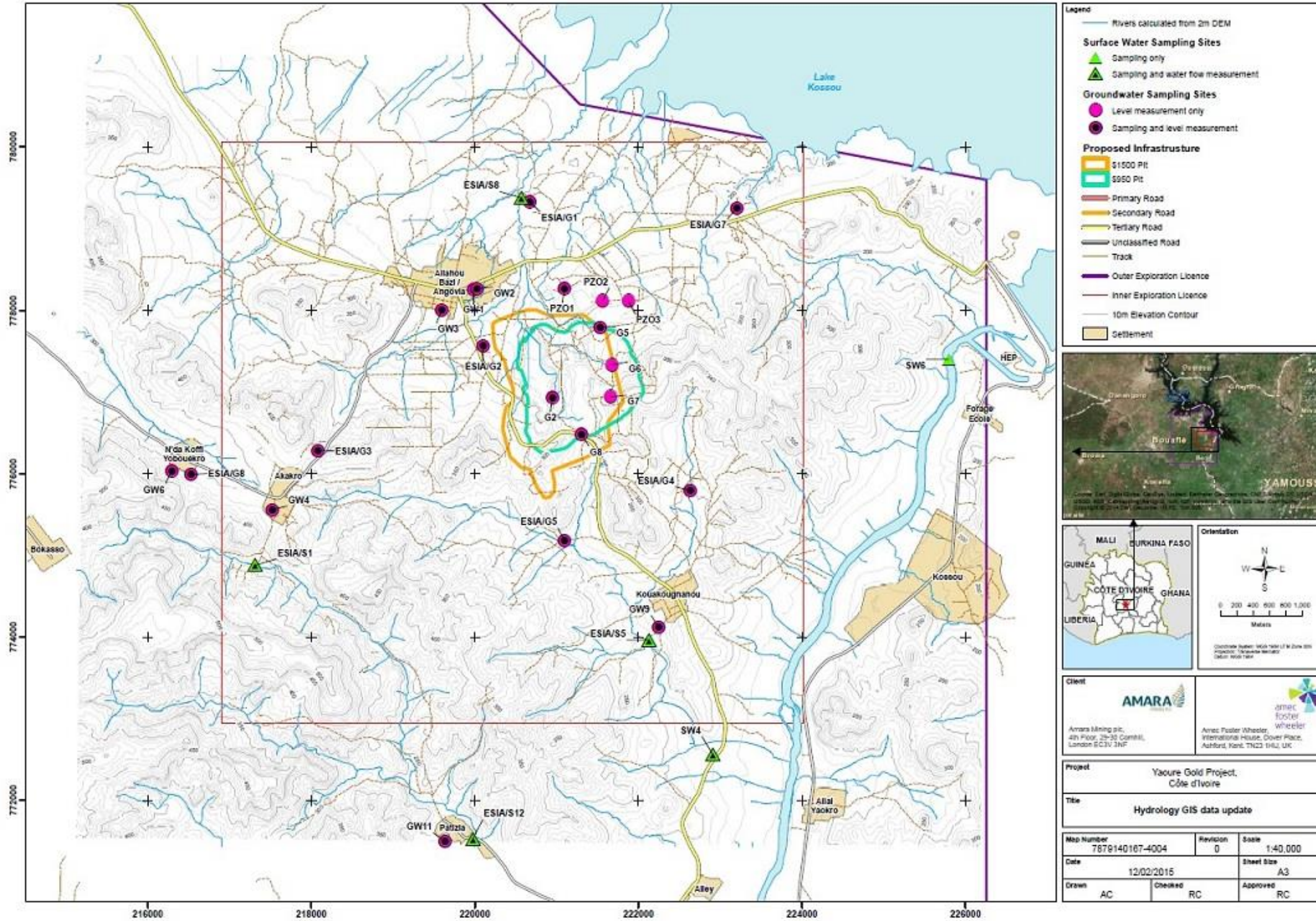


Figure 1-2 Topographie et drainage du site du projet et surveillance actuelle des lieux

## **2. ÉTUDES HISTORIQUES ET DONNEES**

### **2.1 NIVEAUX DES EAUX SOUTERRAINES ET PROPRIETES**

Il est entendu (GBM, 2005) qu'une étude hydrogéologique a été menée par BRGM en 1993 mais que AMEC n'a pas vu ce document. Elle se résume par:

*L'analyse détaillée des travaux hydrogéologiques effectués sur le site d'Angovia au courant du printemps 1993 peut être consultée dans le rapport du BRGM : N 0264 de Septembre 1993 "Étude de développement pour le gisement d'Angovia, Étude hydrogéologique du site et de ses environs" ("Development Study for the Angovia Deposit, Hydrogeological Study of the Site and its Environmen").*

SGS (2007) (version française uniquement) décrit la présence possible d'eaux souterraines dans la zone du projet, celles-ci seront majoritairement contenues dans des couloirs de fracturation ouverts à travers les formations géologiques spécifiques et leurs structures associées; et dans des lithologies plus poreuses elle peut être associée à l'altération et à l'érosion de ces zones.

Une évaluation par images satellites a été menée par SGS par rapport à la répartition des fractures, la carte y correspondant est répertoriée comme carte 3.2 dans SGS (2007)

### **2.2 AQUIFERES**

SRK (2008) indiquait qu'il y a deux principaux types d'aquifères associés avec le Projet:

- Les aquifères érodés peu profonds: les aquifères peu profonds sont principalement associés aux roches sédimentaires (schiste) et aux transitions de granite. La perméabilité et la porosité sont faibles du fait de taux d'argile relativement élevés. La nappe phréatique suit généralement la topographie. Du fait de variations verticales et latérales dans l'aquifère l'approvisionnement en eau est considéré précaire. La plupart des villages avoisinant puisent leur eau de cet aquifère. La qualité de l'eau est influencée par la teneur élevée d'argile dans la roche. Il y a un risque de pollution due à la faible profondeur de l'aquifère.
- Les aquifères fracturés: ces aquifères plus profonds sont associés à des fractures géologiques et à des fissures dans la masse rocheuse. Leur porosité est très faible. Leur perméabilité est élevée dans des zones de fissuration et la fracturation est dense, autrement l'eau souterraine peut être contenue dans ces fissures et fractures. Le niveau de la nappe phréatique varie entre 40m et 60m sous la surface. A priori aucune données sur la qualité de l'eau de ces aquifères ne sont disponibles actuellement. Là où les aquifères sont connectés, l'assèchement peut entraîner la formation de dépressions coniques.

### **2.3 QUALITE DES EAUX**

Un programme de surveillance de base des eaux souterraines a été proposé à la société qui s'appelait alors Cluff Gold en 2006 (SGS, 2006). Les sites d'observation cités dans le Tableau 2-1 y figuraient:



**Tableau 2-1 Points de surveillance des eaux souterraines (SGS, 2006)**

Code	Nom	Description	Coordonnées GPS (UTM)	
GW 1	Allahou-Bazi	Puits mécanisé avec canalisations qui approvisionnent les villages d'Angovia et	778257	219982
GW2	Allahou-Bazi	Puits à pompe manuelle	778263	220025
GW3	Angovia	Puits à pompe manuelle	778005	219593
GW4	Akakro I	Puits à pompe à pied	775559	217521
GW5	Akakro II	Puits à pompe manuelle	775528	217408
GW6	N'Da Koffi Yobouékro II	Puits à pompe à pied	776036	216295
GW7	N'Da Koffi Yobouékro II	Puits à pompe à pied	776098	216212
GW8	Kouakou Gnanou I	Puits à pompe à pied	774520	222333
GW9	Kouakou Gnanou II	Puits à pompe manuelle	774119	222246
GW10	Patizia II	Puits à pompe manuelle	769546	221538
GW11	Patizia II	Puits à pompe manuelle	771500	219636

De plus, les puits de surveillance forés autour d'anciens remblais de lixiviation en tas et de bassins (PZ01-PZ05) ont aussi été échantillonnés. Leurs emplacements figurent dans le Plan de surveillance des paramètres relatifs à l'environnement du projet Yaoure daté du 18 Décembre 2013.

SGS (2007) a procédé à un inventaire des villages, puits et autres trous de forage, certains figurent dans le programme de surveillance. Des caractéristiques sélectionnées sont indiquées au Tableau 2-2

**Tableau 2-2 Inventaire des puits (Source: SGW 2007)**

Villages	Prof_Totale	Prof_Socle	Arrive_Eau1	Niv_Statique	Debit_Exploitable	Altér_saturée	Arrivée/toit socle
AKAKRO	80,10	65,80		33,40	8,90	32,40	
AKLLAOU BAZI	48,42	30,15		19,20	1,50		
ALLEY KOSSOU	85,20	15,50		7,00	7,00	8,50	
ANGOVIA	84,70	64,70		12,70	2,70	52,00	
KOUAKOUGNANOU	38,80	16,10	25,00	12,30	1,50	3,80	8,90
KOUAKOUGNANOU	41,80	9,80	34,20	7,60	4,80	2,20	24,40
KOUBI	79,90	46,00		11,00	2,30	35,00	
PATIZIA2	66,90	24,70		10,90	1,00	13,80	
PATIZIA1	43,30	20,00		10,90	1,40	9,10	
MINE ANGOVIA	110,15	67,5		10,64	6,0	59,8	
Max	85,20	65,80	34,20	33,40	8,90	52,00	24,40
Moy	<b>63,24</b>	<b>32,53</b>	<b>29,60</b>	<b>13,89</b>	<b>3,46</b>	<b>19,60</b>	<b>16,65</b>
Min	38,80	9,80	25,00	7,00	1,00	2,20	8,90

Des échantillons d'eau souterraine ont été analysés pour les points suivants:

- **Paramètres physico-chimiques:** pH, oxygène dissous, conductivité, total des solides dissous, total des solides suspendus, couleur apparente, couleur réelle, turbidité, alcalinité et dureté (CaCO<sub>3</sub>).
- **Paramètres des nutriments et autres paramètres chimiques:** Sodium (Na), Potassium (K) Sulphate, Chloride, Nitrate, Calcium et Magnesium (Mg).
- **Métaux (Total):** Fe, Mn, Cu, Zn, Pb, Hg, Cr, Ni, As, Cd, Al, Bi, Sb, Cd, Co et Se.
- **Cyanure:** Cyanure libre et cyanure total.
- **Microbiologique:** numération totale des plaques, coliformes totaux et fécaux (pour les trous de forages et puits d'eau potable).

En général, les eaux testées avaient une teneur en pH presque neutre, les mesures montrent que les eaux avaient des teneurs élevées en calcium, magnésium, nitrate, fer, manganèse. Dans certains cas la présence d'arsenic a été détectée dans GW6-GW8 et dans PZ01-PZ05, et de bactéries dans les puits des villages, notamment E.Coli dans GW5. La contamination bactérienne peut être causée par les conditions sanitaires dans les villages situés en amont des points de prélèvement. Autrement la qualité semblait acceptable.

### **3. PROJET YAOURE, FORAGE ET ESSAIS**

#### **3.1 FORAGES GEOTECHNIQUES ET ENVIRONNEMENTAUX**

Les sites de surveillance environnementale des eaux souterraines ont été sélectionnés afin de fournir une couverture pertinente de la zone du projet de manière à définir les conditions de référence, notamment par le biais de sites de surveillance historiques, et par la surveillance environnementale à long terme durant la construction et l'exploitation.

Huit trous géotechniques ont été forés entre Juillet et Septembre 2014 (connus sous le nom de trous "entaillés", en anglais "gash holes", et désignés par G1 jusqu'à G8) Les forages ont été effectués à 80 degrés par carottage diamant. Le carottage commença avec un diamètre de 96mm (HQ) et fut réduit à 75,7 mm (NQ) jusqu'à l'exécution.

En Octobre 2014, afin d'appuyer la surveillance de référence, des séries de huit trous verticaux ont été forées, appelés ESIA G1 à ESIA G8. Les forages d'un diamètre de 140 mm furent exécutés par circulation inversée.

Vers la fin Octobre et en Novembre 2014, des séries de puits à pompe et de puits d'observation furent forées afin d'accompagner les trous "entaillés", désignés par YRC761 jusqu'à YRC767. Les forages d'un diamètre de 140 mm furent exécutés par circulation inversée.

La Figure 1-2 montre l'emplacement des puits de surveillance de l'eau souterraine à travers l'intégralité du projet et des zones avoisinantes.

Le Tableau 3-1 récapitule les puits environnementaux et géotechniques forés en 2014.

Tableau 3-1 Compte-rendu détaillé des forages de surveillance et d'essai

Puits (identification)		Étude (UTM)				Forage							
Foré ID	Amara / nom local	Date	Abscisse (m)	Ordonnée (m)	Élévation du sol (m)	Dates de forage		Méthodes	angle de forage (degrés)	Azimut (degrés)	Diamètre du trou de forage (mm) **	Profondeur totale (mbgl)	Objectif
						Début	Achévé						
G1	YDD0223G	18/07/2014	220775	777333,1	216,147	11/07/2014	14/07/2014	DD	80	270	HQ à NQ à 56.7m bgl	301,8	Aucun
G2-OB	YDD0216G	17/07/2014	220950	776934,6	248,336	05/07/2014	09/07/2014	DD	80	270	HQ à NQ à 17.4m bgl	380,15	C1 Puits d'observation-socle rocheux; & surveillance de base
G3	YDD0242	08/08/2014	221202	777333,0	269,842	28/07/2014	04/08/2014	DD	80	270	HQ à NQ à 72.4m bgl	394,8	Aucun
G4	YDD0263	13/08/2014	221349	776933,3	295,915	02/08/2014	10/08/2014	DD	80	270	HQ à NQ à 59.9m bgl	400,8	Aucun
G5-OB	YDD0349	24/09/2014	221531	777792,4	253,834	17/09/2014	22/09/2014	DD	80	82	HQ à NQ à 35.5m bgl	440	C2 Puits d'observation-socle rocheux; & surveillance de base
G6	YDD0359	30/09/2014	221675	777333,4	273,219	22/09/2014	27/09/2014	DD	80	90	HQ à NQ à 92.5m bgl	388,9	Aucun
G7-OB	YDD0360	02/10/2014	221660	776937,9	317,693	24/09/2014	29/09/2014	DD	80	270 tbc	HQ à NQ à 59.5m bgl	350,25	C3 Puits d'observation-socle rocheux; & surveillance de base
G8	YDD0361	01/10/2014	221301	776484,8	276,623	22/09/2014	30/09/2014	DD	80	270 tbc (à confirmer)	HQ à NQ à 77.4m bgl	300	Surveillance de base
ESIA G1	YRC754	28/10/2014	220670	779326,0	202,649	20/10/2014		RC	90	N/A (non applicable)	tbc (à confirmer)	41	Surveillance de base
ESIA G2	YRC757	31/10/2014	220101	777559,1	236,151	23/10/2014		RC	90	N/A (non applicable)	tbc (à confirmer)	40	Surveillance de base
ESIA G3	YRC756	31/10/2014	218080	776279,7	362,593	22/10/2014		RC	90	N/A (non applicable)	140	80	Surveillance de base
ESIA G4	YRC759	11/11/2014	222632	775795,2	246,314	24/10/2014		RC	90	N/A (non applicable)	140	40	Surveillance de base
ESIA G5	YRC760	11/11/2014	221095	775180,3	230,036	24/10/2014		RC	90	N/A (non applicable)	140	21	Surveillance de base
ESIA G6	YRC758	11/11/2014	222166	777021,3	362,210	23/10/2014		RC	90	N/A (non applicable)	140	80	Surveillance de base
ESIA G7	YRC753	28/10/2014	223202	779248,5	217,600	21/10/2014		RC	90	N/A (non applicable)	tbc (à confirmer)	58	Surveillance de base
ESIA G8	YRC755	31/10/2014	216529	775989,4	348,386	22/10/2014		RC	90	N/A (non applicable)	140	83	Surveillance de base
G2-PW	YRC761	17/11/2014	220951	776927,4	248,217		24/10/2014	RC	90	N/A (non applicable)	140	80	C1 Puits de pompage- régolite
G2-PW	YRC762	17/11/2014	220947	776941,6	248,353		29/10/2014	RC	90	N/A (non applicable)	140	270	C1 Puits de pompage- socle rocheux
G2-OW	YRC763	17/11/2014	220958	776934,3	248,356		29/10/2014	RC	90	N/A (non applicable)	140	80	C1 Puits d'observation- régolite
G5-PW	YRC764	17/11/2014	221538	777800,9	253,915		31/01/2014	RC	90	N/A (non applicable)	140	270	C2 Puits de pompage- socle rocheux
G5-OB	YRC765	17/11/2014	221545	777794,4	254,061		01/11/2014	RC	90	N/A (non applicable)	140	71	C2 Puits d'observation- régolite
G5-PW	YRC766	17/11/2014	221539	777786,2	254,486		01/11/2014	RC	90	N/A (non applicable)	140	77	C2 Puits de pompage- régolite
G7-PW	YRC767	17/11/2014	221652	776937,6	317,206		02/11/2014	RC	90	N/A (non applicable)	140	186	C3 Puits de pompage- socle rocheux

### 3.2 TESTS D'ETANCHEITE-PACKER TESTS

Des tests d'étanchéité (packer testing) ont été effectués sur les trous géotechniques forés par entaille, G5 à G8 et sont résumés dans le Tableau 3-2. Ces tests ont été effectués à des intervalles sélectionnés le long de la portion NQ du forage. Les intervalles de "packer" et résultats sont résumés au Tableau 3-3.

**Tableau 3-2 Compte-rendu des forages géotechniques.**

Diamètres internes des puits Faille/ Amara		Niveau de l'eau*	Date	Commentaire
G1	YDD223G	4,71	05/12/2014	Bouché à 26.1m
G2	YDD216G	30,12	24/10/2014	
G3	YDD242G	1,61	05/12/2014	Bouché à 30.82m
G4	YDD263G	14,78	04/11/2014	Réaction faible
G5	YDD349G	26,48	04/11/2014	Packer test-débit
G6	YDD359G	36,17	04/11/2014	Packer test-débit
G7	YDD360G	77,86	04/11/2014	Packer test-pas de circulation
G8	YDD361G	34,95	04/11/2014	Packer test-pas de circulation

Des packers simples et doubles ont été utilisés, avec l'emploi de packers simples dans la section basse et l'emploi de packers doubles dans les zones révélant des fractures (déterminé par l'examen des carottes récupérées ou constaté lors d'une perte de fluide de forage). Les packers ont été gonflés au nitrogène et peuvent être gonflés à une pression maximale de 550 psi. La pompe à eau de l'installation a été utilisée pour pressuriser la section du test et a pu générer jusqu'à 160 psi. Lorsque la pression d'eau maximale a été appliquée, on a pu enregistrer un "non débit" par l'intermédiaire d'un débitmètre affichant une indication de débit insignifiant.

### 3.3 INSTALLATION ET DEVELOPPEMENT DES PUITES

Les puits de surveillance environnementale (ESIA G1 à ESIA G8) ont été forés et installés par Amara. Les puits de surveillance ont été équipés de PVC avec des diamètres internes de 53 mm (DI) à intervalles sélectionnés (ouverture d'1mm insérée mécaniquement) ciblant la nappe phréatique dans les couches érodées et le contact érodé/non érodé. La profondeur des installations variait de 20 m à 80 m sous le niveau du sol. (bgl, en anglais below ground level) Un paquet de sable fut placé à l'intérieur du conduit de forage et un joint de bentonite fut installé au-dessus de l'intervalle sélectionné.

Des puits de pompage d'essais (YRC761 à YRC767) furent équipés de PVC avec un DI de 125 mm, avec des intervalles sélectionnés dans le socle rocheux fracturé ou dans la couche érodée, ceci en fonction de l'objectif. En parallèle, des puits de surveillance ont été équipés de PVC d'un diamètre interne de 53 mm avec des intervalles sélectionnés identiques aux intervalles associés au puits de pompage testés. Aucun paquet de sable et joints de bentonite n'ont été installés dans les puits de pompage ou de surveillance.

Des sondages géotechniques orientés ont été pourvus de tuyaux en acier galvanisé d'un diamètre de 19 mm, avec des perforations découpées manuellement afin de cibler les zones de fracture identifiées dans le socle rocheux érodé. Un paquet de sable fut placé à l'intérieur du conduit de forage et un joint

de bentonite fut installé au-dessus des intervalles perforés, dans la mesure du possible. Des piézomètres avaient été installés en G1-G4, avant l'arrivée sur place et G8 avait été abandonné.

A la surface, chaque forage avait été finalisé par l'installation d'un bouchon en ciment, d'un socle en béton renforcé d'une enveloppe métallique avec un couvercle verrouillable.

**Tableau 3-3 Intervalles des "packer tests"**

<b>Simple/Double</b>	<b>Section du test (mbgl)</b>	<b>Conductivité hydraulique (m/s)</b>
Simple	400-440	2.9E-7
Simple	260-440	1.2E-7
Double	260-263	6.6E-6
Double	146-149	4.9E-6
Double	143-146	1.6E-6
Double	107-110	Pas de débit
Simple	248-389	Pas de débit
Simple	200-389	Pas de débit
Simple	173-389	Pas de débit
Simple	170-389	Pas de débit
Simple	71-389	5.2 E-6
Double	71-74	Pas de débit
Double	68-71	Pas de débit
Double	59-62	Pas de débit
Double	56-59	Pas de débit
Simple	280-350	Pas de débit
Simple	200-350	Pas de débit
Simple	172-350	Pas de débit
Double	175-178	Pas de débit
Simple	166-350	Pas de débit
Simple	250-300	Pas de débit
Simple	199-300	Pas de débit
Simple	148-300	Pas de débit
Simple	100-300	Pas de débit
Simple	79-300	Pas de débit

### 3.4 TESTS DE PERMEABILITE

Au total, 20 tests de perméabilité ont été menés au travers de forages géotechniques, environnementaux et de pompage d'essais établis sur le site; bien que seulement quatre de ces tests ont produit des résultats exploitables du fait d'une faible perméabilité ou d'un changement du niveau d'eau trop rapide suite à l'introduction d'une grande quantité d'eau.

Après avoir mesuré le niveau des eaux souterraines, une quantité d'eau de 25 litres a été versée dans le trou de forage pendant approximativement une minute, le retour au niveau d'eau initial a été surveillé. Les résultats des tests de perméabilité sont présentés au Tableau 3-4

Les tests sur les quatre premiers forages géotechniques (G1-G4) n'ont pas produit de bons résultats en raison de blocages, conséquence directe de la méthode d'installation. La surveillance du retour à la normale du niveau de l'eau dans les trous "entaillés" (G5-G6) s'est avérée difficile de par l'inclinaison du trou qui conduit à des frictions entre les parois du trou foré et de la sonde piézométrique.

**Tableau 3-4 Résultats des tests de perméabilité**

Puits	Conductivité hydraulique (m/s)
ESIAG2 - YRC757	5E-07
ESIAG3 - YRC756	3E-07
ESIAG7 - YRC753	1E-06
ESIAG8 - YRC755	2E-07

### 3.5 TESTS DE POMPAGE

Des tests de pompage ont été effectués à trois emplacements à proximité de la zone de mine à ciel ouvert (site G2, G5 et G7). Des tests de pompage ont été effectués dans les couches érodées et non érodées du socle rocheux sur les sites G5 et G2. Le socle rocheux non érodé était la cible de ces tests sur le site G7.

Les tests de pompage ont été organisés afin d'incorporer les étapes de test, les essais à débit constant et la surveillance du processus de retour à la normale. La plupart des essais ont cependant été limités par le pompage et tirage excessifs à cause des conditions de faible rendement dans les puits de pompage. Tableau 3-5 La table 35 récapitule les groupements de puits de pompage d'essais et leurs objectifs. L'interprétation a été effectuée en utilisant le logiciel d'analyse Aquifer-32. Un résumé des résultats de test par étapes est fourni au Tableau 3-6, et les résultats des essais à débit constant sont fournis au Tableau 3-7.

**Tableau 3-5 Compte-rendu des configurations des essais de pompage**

Site	Type de puits	Diamètre interne du puits	Objectif	Profondeur
G5 (socle rocheux)	Puits de pompage	YRC764	Socle rocheux	270
	Puits d'observation	YDD349	Socle rocheux	440
	Puits d'observation	YRC766	Couche érodée	77
	Puits d'observation	YRC765	Couche érodée	71
G5 (Couche érodée)	Puits de pompage	YRC766	Couche érodée	77
	Puits d'observation	YRC765	Couche érodée	71
	Puits d'observation	YRC764	Socle rocheux	270
	Puits d'observation	YDD349	Socle rocheux	440
G2 (socle rocheux)	Puits de pompage	YRC762	Socle rocheux	270
	Puits d'observation	YDD216	Socle rocheux	380
	Puits d'observation	YRC761	Couche érodée	80

Site	Type de puits	Diamètre interne du puits	Objectif	Profondeur
	Puits d'observation	YRC763	Couche érodée	80
G2 (Couche érodée)	Puits de pompage	YRC761	Couche érodée	80
	Puits d'observation	YRC763	Couche érodée	80
	Puits d'observation	YRC762	Socle rocheux	270
	Puits d'observation	YDD216	Socle rocheux	380
G7 (socle rocheux)	Puits de pompage	YRC767	Socle rocheux	186
	Puits d'observation	YDD360	Socle rocheux	380

**Tableau 3-6 Compte-rendu des résultats des tests par étape**

Pumped Well	Observation Well	Transmissivity (m <sup>2</sup> /day)	r*r*S (m <sup>2</sup> )	Coefficient Turbulent Head Loss (sq d / m5)
YRC762 (G2)	YRC761	78	6.3E-01	1.88E-06
YRC762 (G2)	YRC763	21	3.3E-02	-4.51E-05
YRC762 (G2)	YRC762 (G2)	8.6	1.7E-07	-2.87E-04
YRC762 (G2)	YDD216	16	6.5E-03	-4.13E-05
YRC761	YRC761	0.4	1.0E-02	4.80E-03
YRC761	YRC762 (G2)	Insufficient response to evaluate hydraulic parameters		
YRC761	YRC763	Insufficient response to evaluate hydraulic parameters		
YRC761	YDD216	No response was identified in well		
YRC764 (G5)	YRC764 (G5)	6.4	6.4E-02	5.65E-05
YRC764 (G5)	YRC766	No response was identified in well		
YRC764 (G5)	YDD349	6.3	1.3E-01	5.27E-05
GW7 (F1)	GW7 (F1)	18	1.1E-02	1.07E-05
GW8 (F2)	GW8 (F2)	1.2	3.4E-02	4.89E-03

**Tableau 3-7 Compte-rendu des résultats des essais à débit constant**

Pumped Well	Observation Well	Constant Rate Pumping				Recovery	
		Curve Fit	Pumping Rate (l/min)	Transmissivity (m <sup>2</sup> /day)	Storage Coefficient Ratio		
YRC762 (G2)	YDD216	Hantush and Jacob 1955 Leaky Aquifer	15	1.50	1.3E-04	Theis 1946 Recovery	0.14
	YRC761	Hantush 1960 Leaky Aquifer with Storage	15	2.72	3.0E-04	Theis 1946 Recovery	26.71
	YRC762 (G2)	Hantush and Jacob 1955 Leaky Aquifer	15	0.64	1.1E-02	Theis 1946 Recovery	1.25
	YRC763	Cooper and Jacob 1946 Straight Line Method	15	1.52	9.6E-05	Theis 1946 Recovery	0.02
YRC764 (G5)	YDD349	Hantush 1960 Leaky Aquifer with Storage	19.5	0.16	4.3E-06	Theis 1946 Recovery	0.20
	YRC764 (G5)	Cooper and Jacob 1946 Straight Line Method	19.5	0.64	8.5E-02	Theis 1946 Recovery	0.53
	YRC765	Hantush 1960 Leaky Aquifer with Storage	19.5	2.82	1.2E-03	Theis 1946 Recovery	0.75
	YRC766	Hantush 1960 Leaky Aquifer with Storage	19.5	4.40	2.3E-03	Theis 1946 Recovery	18.48
YRC767 (G7)	YDD360	No measurable drawdown from pumping.					
	YRC767 (G7)	Well kept going dry. Insufficient data points. Pump rate not recorded					
GW7 (F1)	GW7 (F1)	Hantush 1960 Leaky Aquifer with Storage	5	24.074	0.457078	Theis 1946 Recovery	8.28
GW8 (F2)	GW8 (F2)	Hantush 1960 Leaky Aquifer with Storage	0.56	1.31899	0.0250913	Theis 1946 Recovery	0.53



#### **4. SURVEILLANCE DES EAUX SOUTERRAINES**

##### **4.1 SURVEILLANCE DU NIVEAU DE L'EAU**

Les niveaux des eaux souterraines ont été périodiquement enregistrés tout au long du programme opérationnel et leur enregistrement a continué conformément au plan de surveillance de référence environnementale (attaché au rapport de référence sur l'eau de surface) Le tableau 4-1 propose un compte-rendu des élévations de l'eau souterraine

##### **4.2 QUALITE DES EAUX SOUTERRAINES**

Le suivi sur la qualité de l'eau et les résultats sont inclus dans le rapport de référence sur les eaux souterraines.

DRAFT



## **5. REFERENCES**

SRK (2008) Étude technique de la mine d'or d'Angovia, Mount Yaouré, Côte d'Ivoire (NI 43-101 Rapport), 2008

SGS (2006) Projet aurifère d'Angovia – Programme de surveillance des données de référence

SGS, 2007: Évaluation des impacts environnementaux et sociaux, Mine d'or d'Angovia, Cluff Gold. Ghana.

DRAFT