

2012

ETUDES DE STABILITE ET ORGANISATION DE CHANTIER D'INFRASTRUCTURES MINIERES : LE PROJET BISSA GOLD



MEMOIRE DE FIN D'ETUDE POUR L'OBTENTION DU DIPLOME DE MASTER EN INGENIERIE DE L'EAU ET DE L'ENVIRONNEMENT

OPTION : GENIE CIVIL

PRESENTE PAR : OUEDRAOGO Boubacar

Travaux dirigés par :

Dr. Ismaïla GUEYE,

Enseignant-Chercheur UTER-ISM (2IE)

Abdelhak BOUAZZA,

Ingénieur Ouvrages industriels,

Directeur de projet à Faso Contractor

Membre du Jury :

Dr. Ismaïla GUEYE

Dr. MESSAN Adamah

Ing. LAWANE Abdou

Présenté le :

11/10/2012

DEDICACE

Je dédis ce mémoire :

- A ma très chère regrettée mère, KABORE Salamata qui m'a donné la vie et qui a guidé mes premiers pas dans la recherche du savoir et de la réussite, qu'elle trouve ici la joie ;
- A mon père, OUEDRAOGO Moussa, qui m'a donné le sens à toujours donner le meilleur de moi-même.
- A Monsieur OUEDRAOGO WendPanga, pour ses multiples conseils.

REMERCIEMENTS

Je tiens à remercier tout particulièrement :

- Les responsables de l'entreprise Faso Contractor de me permettre d'effectuer mon projet de fin d'étude au sein de leur structure.
- Monsieur Abdelhak BOUAZZA, mon maître de stage pour sa disponibilité, ses explications et sa direction dans le sens de m'aider à fournir un bon travail.
- Monsieur Abdoulaye MAIGA, chef de chantier à Faso Contractor, Monsieur Jean jacques G. OUEDRAOGO, pour leur soutien actif à l'élaboration de ce travail.
- Tout le personnel du service de la construction du projet Bissa ainsi que du bureau d'étude Lycopodium.

Je remercie très sincèrement :

- Mr Ismaïla Gueye, responsable pédagogique du département Génie civil au 2ie pour sa disponibilité à toujours mener à bien mon encadrement.
- Toute l'équipe pédagogique du 2ie pour l'enseignement qu'il nous a transmis avec amour et beaucoup d'intérêt.

Enfin je remercie

- Mes frères et sœurs et toute la grande famille OUEDRAOGO
- Mes amis
- Toutes les personnes ayant contribué de proche ou de loin à la rédaction de ce mémoire

Gloire Soit rendue à l'éternelle, que son amour se répande sur tout un chacun de nous !

RESUME

Ce rapport a pour but de présenter mon projet de fin d'études réalisé au sein de l'entreprise Faso Contractor

Ce sujet concerne l'étude en phase d'exécution de la construction d'une base d'exploitation aurifère dans la zone de Bissa dont le projet Bissa Gold. La stabilité de certains ouvrages, l'organisation et la gestion de l'exécution du projet sont étudiés.

La vérification de la stabilité concerne les ouvrages suivants :

- Le mur de soutènement, partie de la fondation d'un concasseur primaire
- La fondation d'un broyeur et
- la digue d'un bassin de rétention.

L'organisation et de la gestion du vaste complexe est étudiée par la suite.

Il faut noter que les projeteurs ont pour leur part mené l'étude de ces ouvrages selon les normes Australiennes, soient les normes Anglaises « British Standard ».

- Pour la fondation du broyeur la vérification consiste à montrer que les contraintes liées non seulement aux effets dynamiques du broyeur mais aussi aux charges statiques n'excèdent pas la capacité portante du sol. Après vérification, les résultats de l'étude révèle que la contrainte totale sur le sol était inférieure à la capacité portante du sol, d'où la fondation est stable.
- L'étude de la stabilité du mur de soutènement consiste à vérifier la stabilité externe et la stabilité interne. La stabilité externe s'est de vérifier le non glissement, le non poinçonnement et le non basculement tandis que la stabilité interne s'est de vérifier qu'un ferrailage minimal est respecté. L'étude a permis de démontrer que le mur de soutènement est stable.
- Concernant la digue la stabilité consiste à vérifier que : la force pressante de l'eau na pas d'effet sur la digue, la stabilité par rapport au glissement des pentes de talus. Les résultats de l'étude sur la digue sont satisfaisante cependant la pente des talus est très importante, ce qui nécessite plus de matériaux et un cout plus élevé
- L'aspect organisationnel donne un aperçu sur la gestion de l'exécution jour après jour. Il permettra à l'ingénieur et à l'entrepreneur de comprendre les contraintes de temps, de ressources humaines et financières pour faire face à un chantier de cette ampleur.

Mot clés : Infrastructures minières, Ouvrage industriel, Stabilité d'ouvrage, Béton armé, Organisation et gestion de chantier

ABSTRACT

This report aims to present a final project study conducted at Faso Contractor enterprise. This topic deals with the study implementation phase of building gold mining infrastructures in the area of Bissa, named Bissa Gold Project. The stability of certain structures, organization and management of the project are studied.

The stability of the following books are studied:

- A retaining wall, part of the foundation of a primary crusher
- The establishment of a mill and
- The dam of a retention pond.

The organization and management of the vast complex is studied after.

- The verification of the mill foundation is to show that constraints from dynamic effects and static loads do not exceed the soil bearing capacity. After verification, the result of the study reveals that the total stress in the soil was less than the bearing capacity of soil, where the foundation is stable.
- The study of the stability of the retaining wall is to check the external stability and internal stability. External stability is to verify the non slip, non puncture and not tilt while internal stability is to verify that minimum reinforcement is respected. The study demonstrated that the retaining wall is stable.
- The dam stability is to ensure that: the pressing force of the water did not affect the dam, and stability against sliding side slopes. The results of the study on the dam are satisfactory, however the slope of the embankment is important, which requires more material and higher cost.
- The organizational aspect gives an overview on the management of the execution day. It will allow the engineer and the contractor to understand the constraints of time, human and financial resources to deal with a project of this ampler.

It should be noted that designers have for their part led the study of these works by Australian standards, or "British Standard".

Key Words: Mining infrastructures, industrial Work, Stability of structures, Reinforced concrete, Organization and management of construction site

LISTE DES ABREVIATIONS

SA : Société Anonyme

BF : Burkina Faso

KV: Kilo Volte

KW : Kilowatt

BS : British Standard, normes anglaises

BAEL : Béton Armé aux Etats Limites de Services

MPA : Méga Pascal

KPA : Kilo Pascal

CPA : Ciment Portland

F_{c28} : Résistance caractéristique du Béton à 28 jours

W : ouverture de la fissuration

M : mètre

EL : Elévation

KN : Kilo Newton

DTU : Document Technique Unifié

C : Cohésion

 : contrainte

 : angle de frottement

 : Densité

Ka : Coefficient de poussée du sol

PHE : Plus Haute Eaux

PNE : Niveau Normale de l'Eau

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Réalisation de l'entreprise	12
Tableau 2 : Comparaison des matériaux du BAEL et du BS	21
Tableau3 :Composant et consistance du Béton	22
Tableau 4 : Spécification	28
Tableau 5 : Park automobile.....	48
Tableau 6 : Fiche de suivie journalier	50
Tableau 7: Tableau récapitulatif du devis estimatif et quantitatif	52
Tableau 8 : Bénéfice pour 1 m3 de béton dosé à 350kg.....	52

LISTE DES FIGURES

Figure 1: Localisation du projet Bissa Gold sur la carte du Burkina Faso.....	15
Figure 2 : Capture d'image sur google earth	16
Figure 3 : Plan de l'usine.....	18
Figure 4 : schéma du fonctionnement machine-fondation-sol	26
Figure 5: mouvements dus aux actions dynamiques	27
Figure 6 : Vue en plan de la fondation en BA du broyeur	29
Figure 7 : Coupe de la fondation du broyeur.....	29
Figure 8: Plan du mur de soutènement	31
Figure 9 : schéma des sollicitations sur le mur.....	34
Figure 10 : Courbe de dispositions des armatures.....	38
Figure 11 : schéma de disposition des armatures	39
Figure 12 : géométrie de la digue	40
Figure 13 : Efforts sur la tranche i du cercle de glissement d'un talus	42
Figure 14 : Exemple d'organisation d'une entreprise de construction d'usine	44
Figure 15 : Exemple d'organisation	45
Figure 16 : Installation du chantier de l'entreprise.....	47

Sommaire

DEDICACE.....	2
REMERCIEMENTS	3
RESUME.....	4
ABSTRACT	5
LISTE DES ABREVIATIONS.....	6
LISTE DES TABLEAUX.....	7
LISTE DES FIGURES.....	7
INTRODUCTION.....	11
CHAPITRE I- PRESENTATION DE L'ENTREPRISE ET DU PROJET BISSA GOLD	12
I.1-PRESENTATION DE L'ENTREPRISE D'ACCEUIL :FASO CONTRACTOR....	12
Organisation de L'entreprise	12
I.2- PRESENTATION DU PROJET BISSA GOLD	14
I.2.1-Localisation du projet	14
I.3-DESCRIPTION DU PROJET.....	17
I.3.1-Fonctionnement de l'usine.....	17
I.3.2-Besoins en eau	19
I.3.3-Enjeux économiques et environnementales.....	19
CHAPITRE II : CRITERES DE CONCEPTION DES OUVRAGES	21
II.1-MATERIAUX (BETON, ACIER, SOL).....	21
A-Béton	21
B-Acier	22
II.2-PRESCRIPTION POUR LE BETON ARME.....	22
II.2.1-Fissuration	22
II.2.2- Recouvrement.....	22
II.3-DONNEES DU SITE (SOL)	22
II.3.1-Remblai	22
II.3.2-Sol.....	23

II.3.3-Charges	23
II.4- COMBINAISON (ELU, ELS).....	23
BS 8110	23
BAEL 91 rév.99.....	23
II.5- NORMES CONSTRUCTIVES ET SPECIFICATIONS	24
CHAPITREIII-ETUDES DE STABILITE	25
III.1-VERIFICATION DE LA STABILITE SOL- FONDATION D'UN BROYEUR.....	25
III.1.1-Généralité sur les fondations de machines	25
III.1.2-Méthode d'analyse dynamique des fondations-machine	26
III.1.3-Vérification de la stabilité de la fondation du broyeur (le sag mill)	28
III.2-ETUDE DE LA STABILITE D'UN MUR DE SOUTÈNEMENT	31
III.2.1-Hypothèses de calcul.....	32
iii.2.2-Vérification a l'aide d'un programme de calcul Excel.....	32
III.2.3-Résultat des projeteurs	38
III.3-ETUDE DE LA STABILITE DE LA DIGUE D'UN BASSIN	40
III.3.1-Les critères de choix du bassin	40
III.3.2-Géométrie de la digue du bassin	40
III.3.3-Action de la pression de l'eau	41
III.3.4-Stabilité au glissement	41
Résultats de vérification de la stabilité au glissement.....	43
III.3.5-Recommandation	43
CHAPITREIV-ORGANISATION ET GESTION DE CHANTIER.....	44
IV.1-INVENTAIRE DES RESSOURCES HUMAINES	44
IV.2-INSTALLATION DU CHANTIER.....	46
IV.3-PRODUCTION DU BETON.....	48
IV.4-LES ENGINs	48
IV.5-SUIVI JOURNALIER	48
IV.6-SECURISATION DES OPERATIONS	51
V.7-REUNION DE CHANTIER.....	51
V.8-PLANNING DES ACTIVITES	51

CONCUSION ET QUELQUES RECOMMANDATIONS	53
BIBLIOGRAPHIE	55
ANNEXE1- ETUDE D'IMPACT ENVIRONNEMENTAL	57
ANNEXE 2-PLAN DE L'USINE.....	58
ANNEXE3-RESULTATS SUR LA STABILITE DES PENTES.....	60
ANNEXE4-RAPPORT GEOTECHNIQUE SUR LA CAPACITE PORTANTE DES SOLS DE FONDATION	63
ANNEXE5-DEVIS QUANTITATIFS ET ESTIMATIFS	64
ANNEXE6-COUT REEL DE LA CONSTRUCTION	65
ANNEXE 7-LE BETON.....	66
ANNEXE8-PLANNING GLOBAL DE LA CONSTRUCTION.....	67

INTRODUCTION

Le génie civil est un domaine vaste qui regroupe plusieurs types de travaux à savoir les travaux maritimes, les travaux souterrains, la construction des routes, les ouvrages d'art, les ouvrages industriels, les bâtiments, etc. Ainsi l'ingénieur génie civil est appelé à faire preuve de savoir faire dans l'étude des travaux en fonction de la spécificité du projet.

L'Usine du traitement de minerais d'or regroupe un ensemble d'ouvrages industriels. Il faut noter que le projet a été confié à un Bureau d'étude Australien et donc les normes Australiennes similaires aux normes anglaises ont été appliquées. Ce qui demandera une attention particulière du fait du changement des normes ainsi que la documentation en anglais. Le sujet est l'étude en phase d'exécution de l'usine de traitement minier d'or Bissa Gold. Le projet étant constitué de plusieurs zones que l'on peut étudié séparément (voir annexe n°2). Il consistera à étudier partiellement la stabilité des structures en BA comme la fondation d'une machine broyeuse, un mur de soutènement, stabilité de pente d'une digue et l'aspect organisationnel du chantier

Le but de cette étude est non seulement, de donner un aperçu technique sur les ouvrages rencontrés sur les sites miniers à savoir les fondations des machines, les bassins de retenu; mais aussi de permettre à toute entreprise désireuse de travailler dans ce secteur de savoir quelles sont les contraintes organisationnelles liées à l'exécution d'un tel projet.

L'objectif de ce rapport est :

- d'apporter une contribution significative à l'étude de ce projet tout en se concentrant sur la vérification de la stabilité d'une fondation de machine, la stabilité d'un mur de soutènement, la stabilité de pente d'une digue.

- et enfin de présenter une organisation et une gestion du chantier.

Après avoir présenté l'entreprise, le projet et des critères de conception, des différents éléments à étudier seront présentés .l'étude de stabilité se présente comme suivant :

La première partie, concerne la stabilité sol-fondation d'une machine broyeuse : leur mode de fonctionnement, la vérification de la stabilité de l'ensemble.

La deuxième partie étudie la stabilité d'un mur de soutènement en vérification avec le dimensionnement proposé par les projeteurs.

Et la troisième partie étudie la stabilité d'une digue homogène en terre.

Enfin, le chapitre suivant et final traite du mode d'organisation et de gestion d'exécution des travaux d'une usine de traitement minier.

CHAPITRE I- PRESENTATION DE L'ENTREPRISE ET DU PROJET BISSA GOLD

I.1-PRESENTATION DE L'ENTREPRISE D'ACCEUIL :FASO CONTRACTOR

Faso Contractor est une entreprise de construction implantée au Burkina Faso. Il intervient dans la réalisation des ouvrages de tout genre mais beaucoup plus dans la réalisation d'ouvrage industriel servant à l'exploitation minière.

Faso Contractor a été créé en 2010. Ses réalisations ont débuté en Afrique de l'ouest particulièrement au Mali où d'importants travaux ont été faits pour l'extension d'une usine d'extraction aurifère. La spécialisation dans les travaux miniers de l'entreprise sont notamment :

- les fondations d'équipements lourds
- les ponts
- les tunnels d'accès
- les constructions métalliques
- l'installation des équipements électroniques
- l'Installation électrique
- la construction de routes

Le tableau 1 ci-dessous résume les principales réalisations de l'Entreprise.

Tableau 1 : Réalisation de l'entreprise

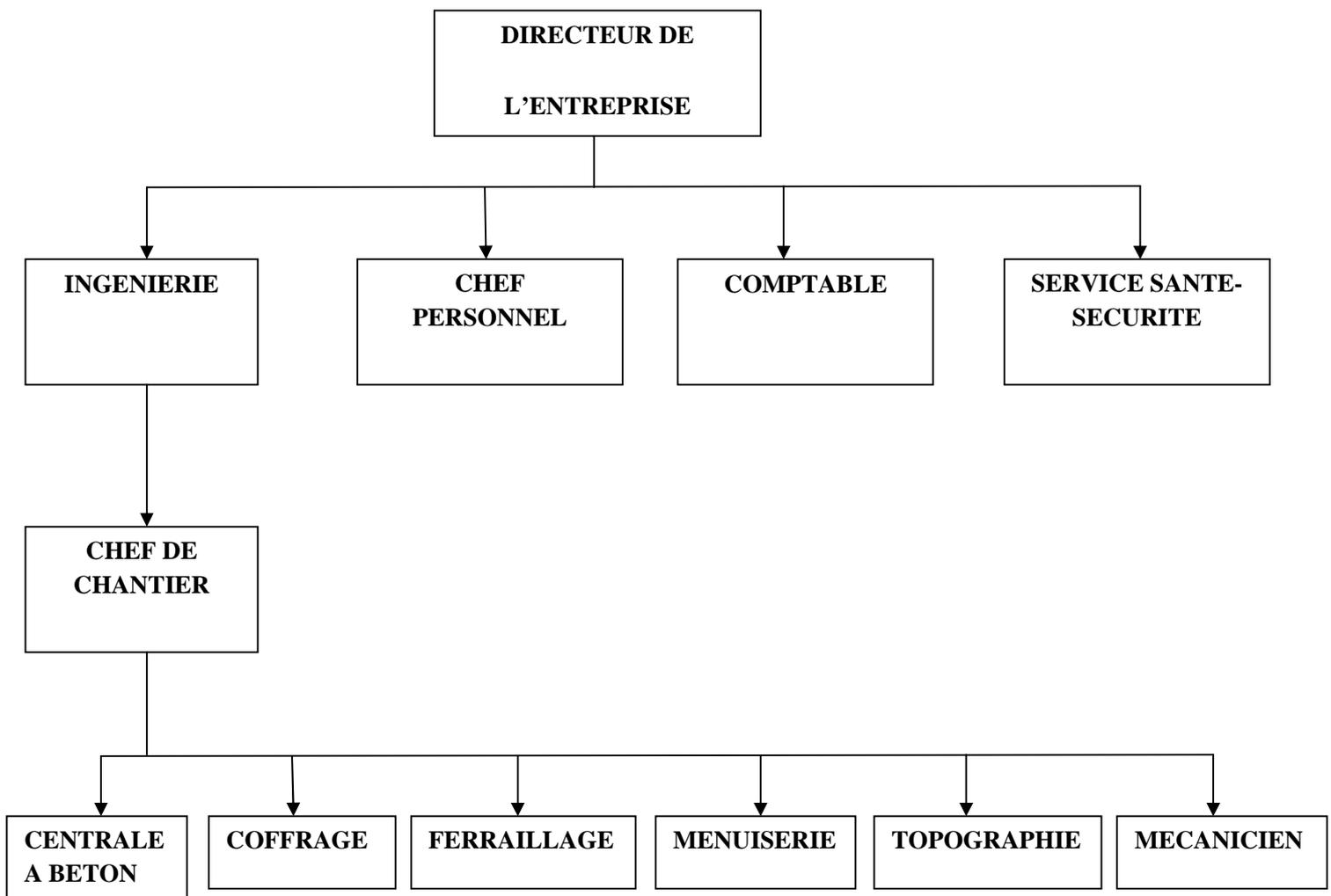
CLIENT	TRAVAUX REALISES
AVION SA. MALI	Extension de la mine de Tabakoto
AMBASSADES des ETATS-UNIS Burkina Faso	Construction d'un complexe résidentiel
Essakane I am Gold SA	Construction d'un pont sur le site
Essakane I am Gold SA	Construction d'une route de déviation
SEMAFO BF	Extension de la mine
SEMAFO BF	Construction d'une piste
BISSA GOLD	Réalisation de l'usine

Organisation de L'entreprise

L'organisation de FASO CONTRACTOR répond essentiellement à leurs principaux clients qui sont les sociétés minières.

Son organisation au niveau du projet est décrite selon l'organigramme suivant :

Organigramme de l'Entreprise



I.2- PRESENTATION DU PROJET BISSA GOLD

Bissa Gold S.A, appartient au groupe canadien High River Gold. Le but de ce projet est d'exploiter un gisement aurifère sur le périmètre minier situé à Sabcé, au Nord du Burkina, à une centaine de kilomètres de Ouagadougou. Le projet est implanté sur une superficie de 1000 m².

L'étude de faisabilité effectuée depuis 2009 indiquait des réserves estimées à 75 tonnes d'or pour une durée de vie de 7 ans. Ce sera la septième mine d'or après Essakane, Mana, Youga, Kalsaka, Taparko et Belahouro

Pour se faire il est prévu la construction d'une usine d'exploitation minière dans les règles de l'art et tout en respectant les normes de sécurité et en tenant compte de l'impact environnemental.

La cérémonie officielle de lancement des travaux de construction de la mine d'or de Bissa-Zandkom a eu lieu le jeudi 29 septembre 2011 à Sabcé (commune rurale de la province du Bam, - région du Centre-Nord), sous la présidence de Monsieur Salif Lamoussa Kaboré, Ministre des Mines, des carrières et de l'énergie.

I.2.1-Localisation du projet

Le projet Bissa Gold est localisé dans le nord à 85 Kilomètres de la capitale, Ouagadougou (Figure 1). La figure 2 montre une photographie aérienne du site à la date du 29 février.2012.

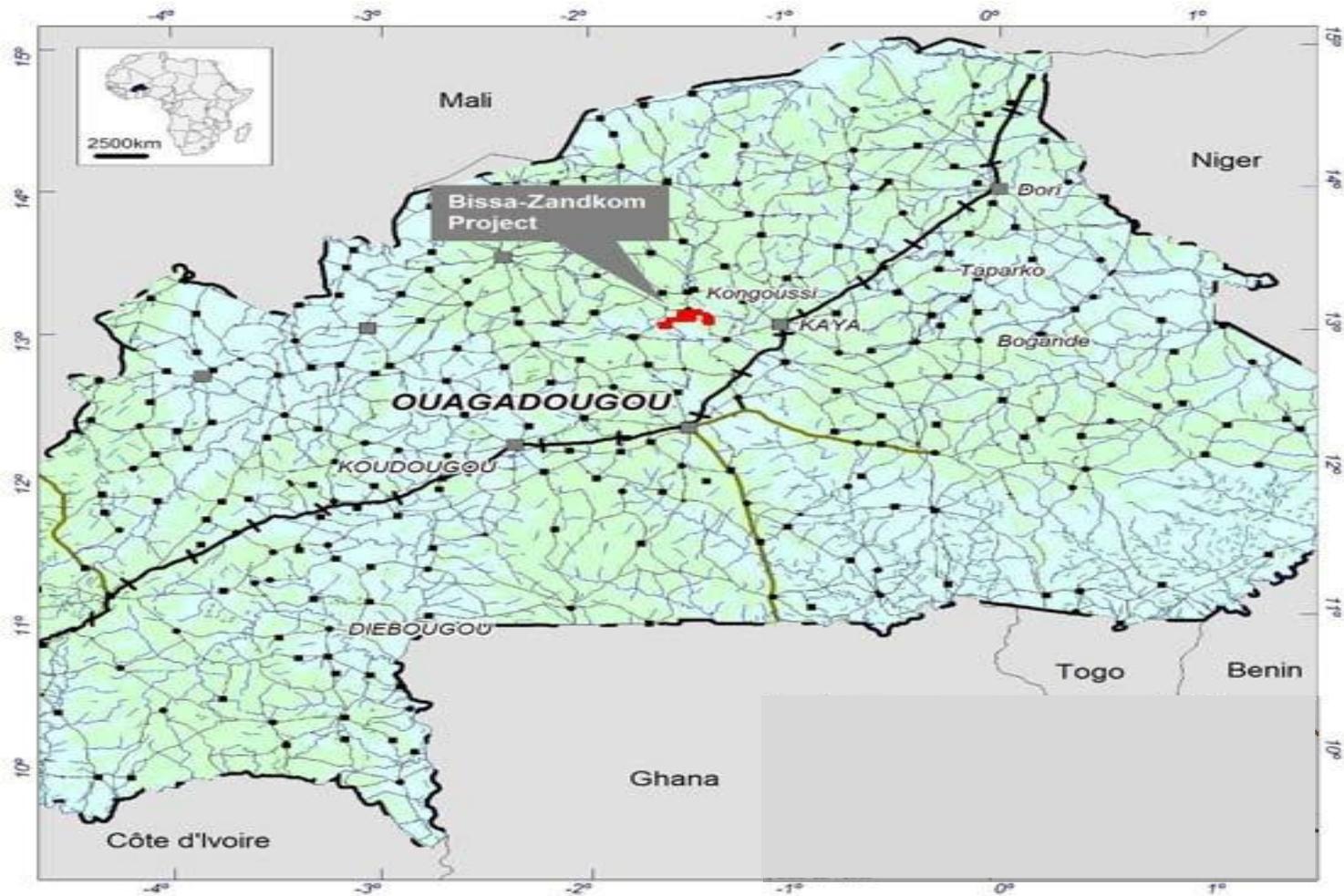


Figure 1: Localisation du projet Bissa Gold sur la carte du Burkina Faso

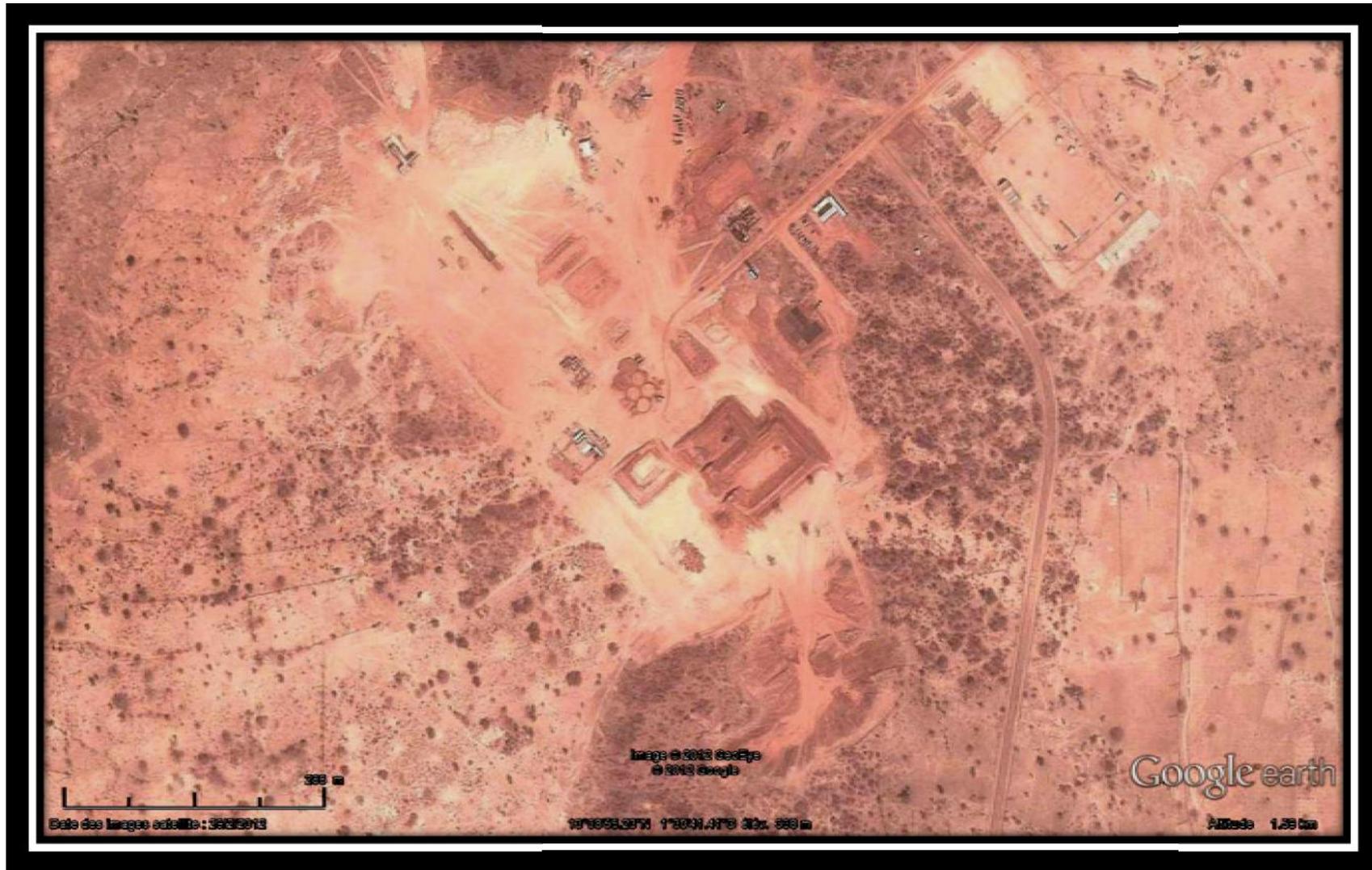


Figure2 : Capture d'image sur google earth

I.3-DESCRIPTION DU PROJET

La description des composantes techniques du projet minier aurifère Bissa Gold SA a été élaborée à partir du rapport technique de faisabilité préparé par le bureau d'étude Genivar en collaboration avec le groupe technique de Bissa SA et de ses consultants.

Les principales caractéristiques ou composantes du projet sont :

- une fosse à ciel ouvert;
- un complexe minier, incluant l'usine de traitement du minerai et les bâtiments connexes;
- une halde à stériles ;
- une zone de stockage de réserve de minerai (empilement de minerai non concassé) ;
- un dépôt pour l'entreposage des produits de fabrication d'explosifs et une unité de fabrication d'explosifs;
- une unité de détoxification des eaux de procédé et une unité de traitement des eaux de l'effluent final;
- un parc à résidus
- des installations pour le stockage temporaire des matières dangereuses
- un centre d'entreposage et de distribution du carburant;
- Des bâtiments de services (administratif, garage, entrepôt, etc.);
- un réseau de chemin d'accès pour relier le complexe minier, la fosse à ciel ouvert et les autres composantes;
- des sites d'entreposage du mort-terrain;
- une sous-station électrique et un réseau de distribution de 25 kV d'environ 20 km.

I.3.1-Fonctionnement de l'usine

Le plan de l'usine et ses principales composantes sont montrées à la figure 3 ci-dessous

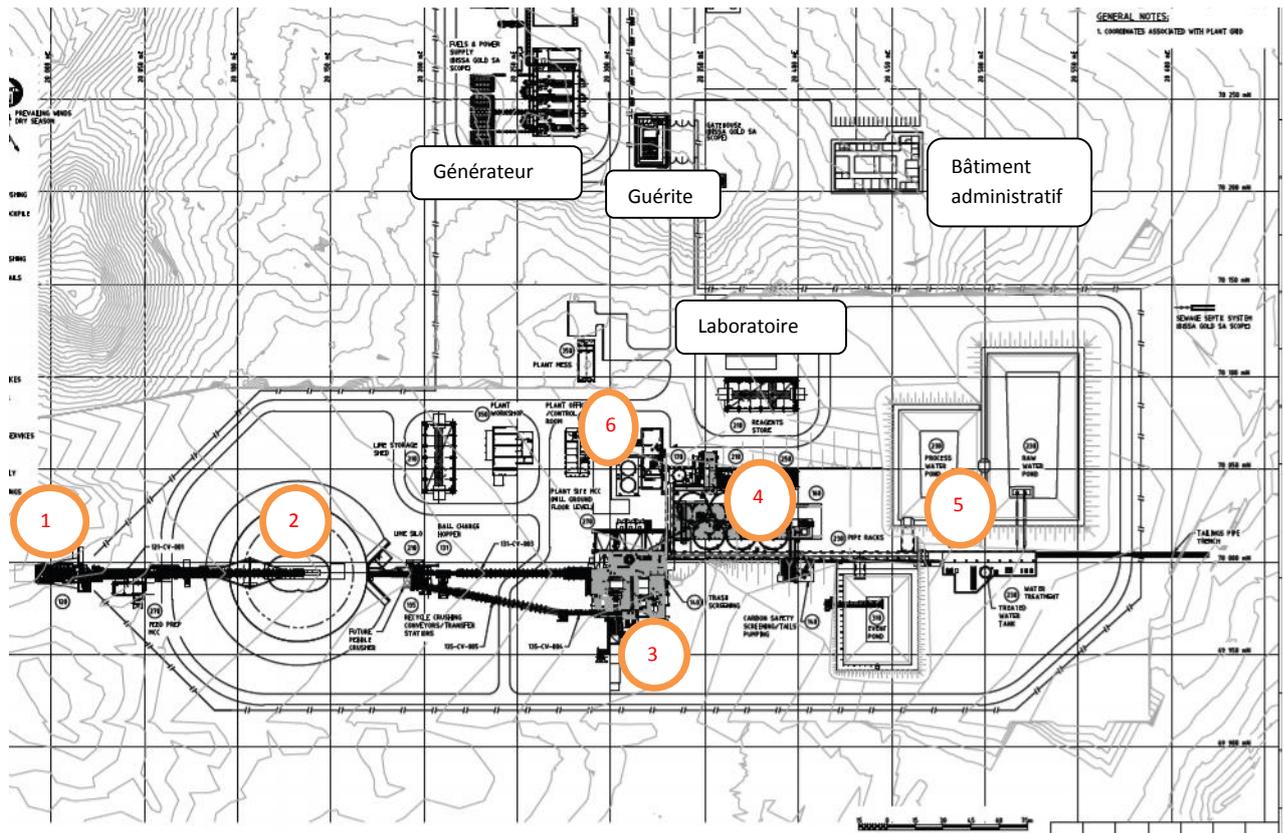


Figure 3 : Plan de l'usine

1^{ère} étape : Le concassage

Le minerai brut excavé est transporté par les tombereaux de 90 t puis déversé au concasseur primaire pour être broyé par le concasseur à mâchoire réduisant le minerai à des dimensions de l'ordre de moins de 200 mm de diamètre

2^{ème} étape : stockage du matériau concassé

Le minerai concassé transite par un convoyeur sur une station de stockage et déverse au fur et à mesure dans un tunnel pour être convoyé dans un silo de retenu d'environ 4 h.

Ce minerai est convoyé du silo vers la station de broyage

3^{ème} étape : le broyage

Le broyage est un circuit composé de deux machines dont le ball mill (broyeur à boulet) de 5.5 m de diamètre et de 9.3 m de long (4,500kW la puissance du moteur) suivi du SAG mill qui ne sera pas installé dans l'immédiat dépendant de la quantité de roche dur qui sera broyé dans les prochaines années

4^{ème} étape : la cyanuration

Le minerai issu de la station du broyage est ensuite traité au cyanure et absorbé au charbon dans des cuves métalliques spécialement aménagées. Ces cuves sont approvisionnées en eau grâce à des bassins de rétention d'eau représentant le numéro 5 sur la figure 3. Ces bassins servent également aux traitements des eaux usées.

6^{ème} étape : Raffinerie

Vu que les produits issus sont encore impurs, il faut les travailler dans une raffinerie pour être fondus une nouvelle fois et mélangés avec du chlore. S'il y a encore d'autres particules, ces dernières vont par la suite flotter dessus à cause de la température pour pouvoir être retirées du creuset. L'or pur obtenu sera transformé en lingots qui pourront être utilisés au niveau des marchés internationaux.

I.3.2-Besoins en eau

Les besoins annuels en eau, nécessaire aux opérations de traitement de la mine, ont été estimés à 2.500.000 m³ d'eau. Pour palier cette demande en eau il sera construit un réservoir en érigeant un barrage qui pourra retenir de l'eau pendant la saison sèche

I.3.3-Enjeux économiques et environnementales

« Les résultats des études ont abouti à l'adoption d'un décret en conseil des ministres du 11 juin 2011, qui octroie un permis d'exploitation de grande mine à la société Bissa Gold SA et dont l'Etat détient 10% des actions. »

La construction de la base d'exploitation minière aura des retombées directes sur la population.

Le projet créera 469 emplois pour les expatriés et la population locale. 206 seront intégrés à l'opération minière, 128 dans le processus du minerai, 11 pour la station du générateur et 124 dans le département d'ingénierie et d'administration. Il y'aura aussi à pourvoir des postes de superviseur recruté essentiellement parmi la population locale.

Le projet Bissa sera construit en respect avec les normes internationales en vigueur visant la protection de l'environnement et de la population, ainsi, il est prévu :

- que les produits dangereux issus de l'exploitation seront repris par une société agréée pour un traitement.
- un vaste programme de reforestation sera mis en marche.
- une relocalisation effective de l'ensemble des concessions affectées par la zone du projet

Des mesures d'impacts environnementales sont proposées en annexe n°1

CHAPITRE II : CRITERES DE CONCEPTION DES OUVRAGES

II.1-MATERIAUX (BETON, ACIER, SOL)

A-Béton

Les spécifications du béton et des recouvrements sont choisis selon les normes Australiennes : « Australian Standards » qui se réfère au British Standard BS 8500, normes anglaises tables A3-A4, qui ont été déterminées pour une durée de vie d’au moins 50 ans.

Il existe des différences de résultats pour le béton en compression entre le BAEL et le BS. Pour l’acier, la notation de la caractéristique de la résistance à la traction est différente.

Le tableau 2 suivant donne les diagrammes parabole-rectangle et contrainte-déformation pour les vérifications à l’état limite ultime du béton et de l’acier, ainsi que les coordonnées caractéristiques des deux courbes, et les coefficients de sécurité des deux matériaux.

Une des notions différentes est que le BAEL utilise des moules cylindriques pour la résistance du Béton en compression tandis que le BS utilise des cubes pour les essais. On obtient des résultats plus élevé avec le BS. Ce qui se répercute dans le dimensionnement pour lequel on obtiendra des sections d’acier plus élevés qu’avec le BAEL

Tableau 2 : Comparaison des matériaux du BAEL 91 rév.99et du BS8110

	BAEL 91 rév.99	BS 8110
- béton	$f_{cd} = \frac{0.85 f_{c28}}{\gamma_m}$	$f_{cd} = \frac{0.67 f_{cu}}{\gamma_m}$
	<p>Diagramme parabole - rectangle.</p>	
- acier	$\gamma_m = 1.15$	$\gamma_m = 1.05$
	<p>Diagramme contrainte - déformations.</p>	

Le tableau 3 donne les caractéristiques du béton fourni pour ce projet

Tableau3 : Composant et consistance du Béton

Dimension maximale des Granulats-D (mm)	25.0
Coefficient Granulaire-G=G (D ; qualité des Granulats)	0.50
Résistance caractéristique souhaitée- f_{c28} (MPa)	25-30
Classe du Ciment	CPA 45
Affaissement souhaitée (Plasticité moyenne normale)-A (cm)-	5 à 7

L'annexe 7 montre les dosages théoriques en matériaux secs

B-Acier

f_y 500 N/mm² pour les aciers à Haute Adhérence (T)

Module d'élasticité E = 200 000 N/mm²

II.2-PRESCRIPTION POUR LE BETON ARME

II.2.1-Fissuration

La fissuration est limitée selon le BS 8110 : $W < 0.3$ mm pour la structure béton.

Spécialement pour la conception des ouvrages de l'usine, la fissuration est limitée selon le BS

8007 (exposition sévère ou très sévère : §2.2.3.3) à : $W < 0.2$ mm

II.2.2- Recouvrement

Selon le BS 8500 :

- Infrastructure : 5cm pour les éléments en contact avec la terre, l'eau ou les déchets (toute l'usine)
- Superstructure : 3.5cm ailleurs

II.3-DONNEES DU SITE (SOL)

II.3.1-Remblai

La pression de la terre sur les voiles est calculée avec :

$\gamma_h = 20 \text{ kN} / \text{m}^3$ au-dessus du niveau de la nappe phréatique

$K = 0.333$ le coefficient de pression du sol

II.3.2-Sol

La roche .La contrainte du sol est donnée d'après le rapport géologique et géo technique selon l'annexe n°4

II.3.3-Charges

Charges permanentes : Béton :

$$\text{béton} = 25kN / m^3$$

Remblai :

$$= 20kN / m^3 ; ' = 10kN / m^3$$

Les charges apportées par les équipements de marque metso(défini selon le constructeur)

II.4- COMBINAISON (ELU, ELS)

➤ BS 8110

Au cours du projet, il a été pratique de définir les charges de la sorte :

DL : Dead loads (charges permanents)

LL : Live loads (charges d'exploitation)

EW : Earth and Water pressure (pression apportée par la terre et l'eau)

WL : Wind loads (charges de vent)

Etat Limite de Service

$$\text{SLS} : 1.0DL + 1.0LL + 1.0EW + 1.0WL$$

Etat Limite Ultime

$$\text{ULS1} : 1.4DL + 1.6LL + 1.4EW$$

$$\text{ULS2} : 1.4DL + 1.4EW + 1.4WL$$

$$\text{ULS3} : 1.2DL + 1.2LL + 1.2EW + 1.2WL$$

➤ BAEL 91 rév.99

Charges permanentes : G

Charges d'exploitation : Q

Vent : W

Neige : Sn

Etat limite de Service : ELS

$$1.0G + 1.0Q$$

Etat Limite Ultime : ELU

$$1.35G + 1.5Q$$

$$1.00G + 1.5Q$$

$$1.35G + 1.5Q + W$$

$$G + 1.5W$$

II.5- NORMES CONSTRUCTIVES ET SPECIFICATIONS

Des documents concernant les spécifications et la procédure des travaux ont été remis par le bureau de contrôle à l'entreprise en vue de garantir des ouvrages de qualité. Il s'agit des spécifications pour :

- Les travaux de terrassement
- Le Béton
- Le ferrailage des structures en Béton
- Les membranes synthétiques
- le drainage des eaux

Pour L'étude les règles suivantes sont utilisées :

British Standard

BAEL 91 modifié 99

DTU 13.12

CHAPITRE III-ETUDES DE STABILITE

III.1-VERIFICATION DE LA STABILITE SOL- FONDATION D'UN BROYEUR

III.1.1-Généralité sur les fondations de machines

Les principaux constituants d'un type machine -fondation sont :

- Machine : la machine qui génère des actions dynamiques;
- la fondation : les fondations en bloc, les fondations cadres, et les fondations complexes.
- le milieu de support : système radier- sol, un système sol-pieu,

Dans le système fondation-machine des actions dynamiques sont générées.

Les forces dynamiques sont :

- (i) les forces générées en interne par la machine elle-même, ou
- (ii) des forces appliquées de l'extérieur (qui sont appliquées directement à la machine, ou transmises par le milieu de support / fondation).

La figure 3 suivante montre le schéma de la dynamique entre les différents éléments d'un système machine-fondation. Elle illustre le principe de fonctionnement du système machine-fondation

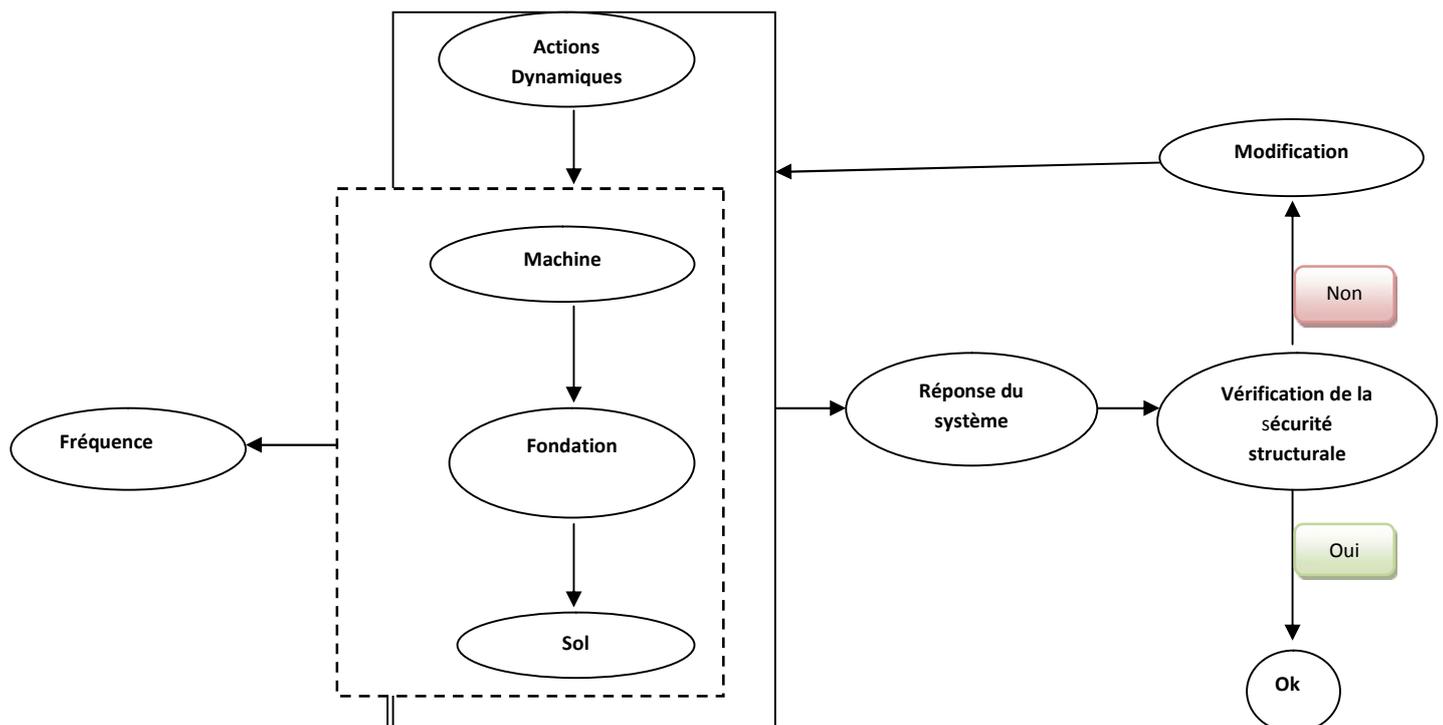


Figure3 : schéma du fonctionnement machine-fondation-sol

Tous les trois constituants du système machine-fondation, à savoir : la machine, la fondation et le sol, contribuent à la fréquence du système.

Ce système, lorsqu'il est soumis à la dynamique des forces (que ce soit généré en interne, à l'extérieur, ou transmis par le sol), résulte une réponse du système qu'il faut étudier pour connaître la stabilité de l'ensemble.

III.1.2-Méthode d'analyse dynamique des fondations-machine

Pour l'analyse d'un système Fondation-machine il faut élaborer des modèles d'équations mathématiques qui permettent de vérifier la sécurité structurale. Ces équations sont induites par le phénomène de la vibration due aux actions dynamiques.

Il faut étudier le mouvement de translation et la rotation dans un repère (x y z) comme décrit dans les figures ci après. Ces mouvements seront en rapport avec la rigidité et l'amortissement du sol support. Les démonstrations en figure 5 permettent d'illustrer ces mouvements de translations et de rotation.

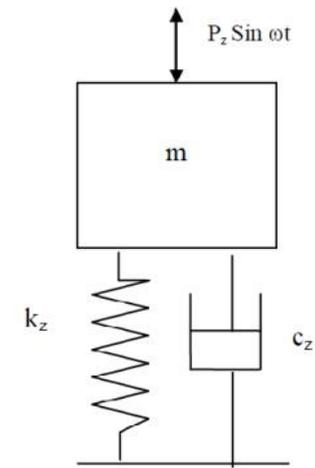
K_z : raideur du sol

C_z : amortissement du sol

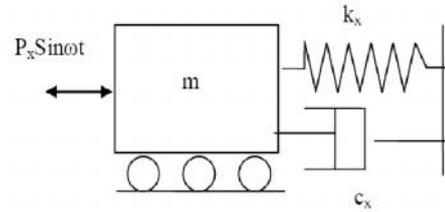
P: le poids de la masse m

θ : angle

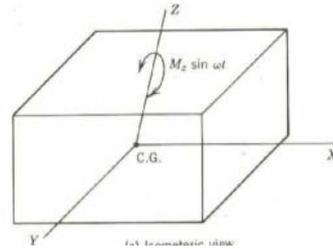
t : temps de fréquence



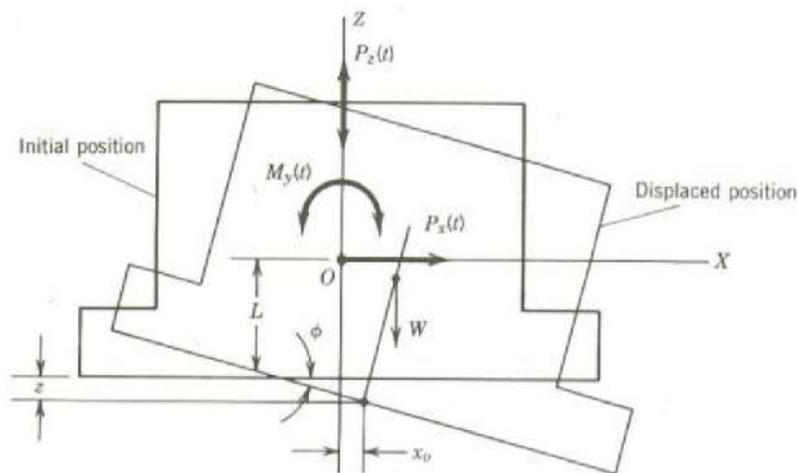
a) Translation verticale



b) translation horizontale



c) Rotation selon l'axe z



c) Mouvement de la fondation

Figure 5 : mouvements dus aux actions dynamiques

Déplacement de la fondation due aux actions dynamiques

III.1.3-Vérification de la stabilité de la fondation du broyeur (le sag mill)

Les spécifications de la machine sont données selon le tableau 4

Tableau 4 : Spécification

Machine	Broyeur à balle
Type de fondation	Fondation en bloc
Support	Radier-sol

Les figures 6 et 7 représentent les plans de la fondation en Béton armé

Le calcul a été élaboré à partir d'un document aux normes anglaises « Handbook of machine foundations »

Données :

Capacité portante du sol : 200 KPa

Poids maximal des matériaux pulvérisés : 8 t

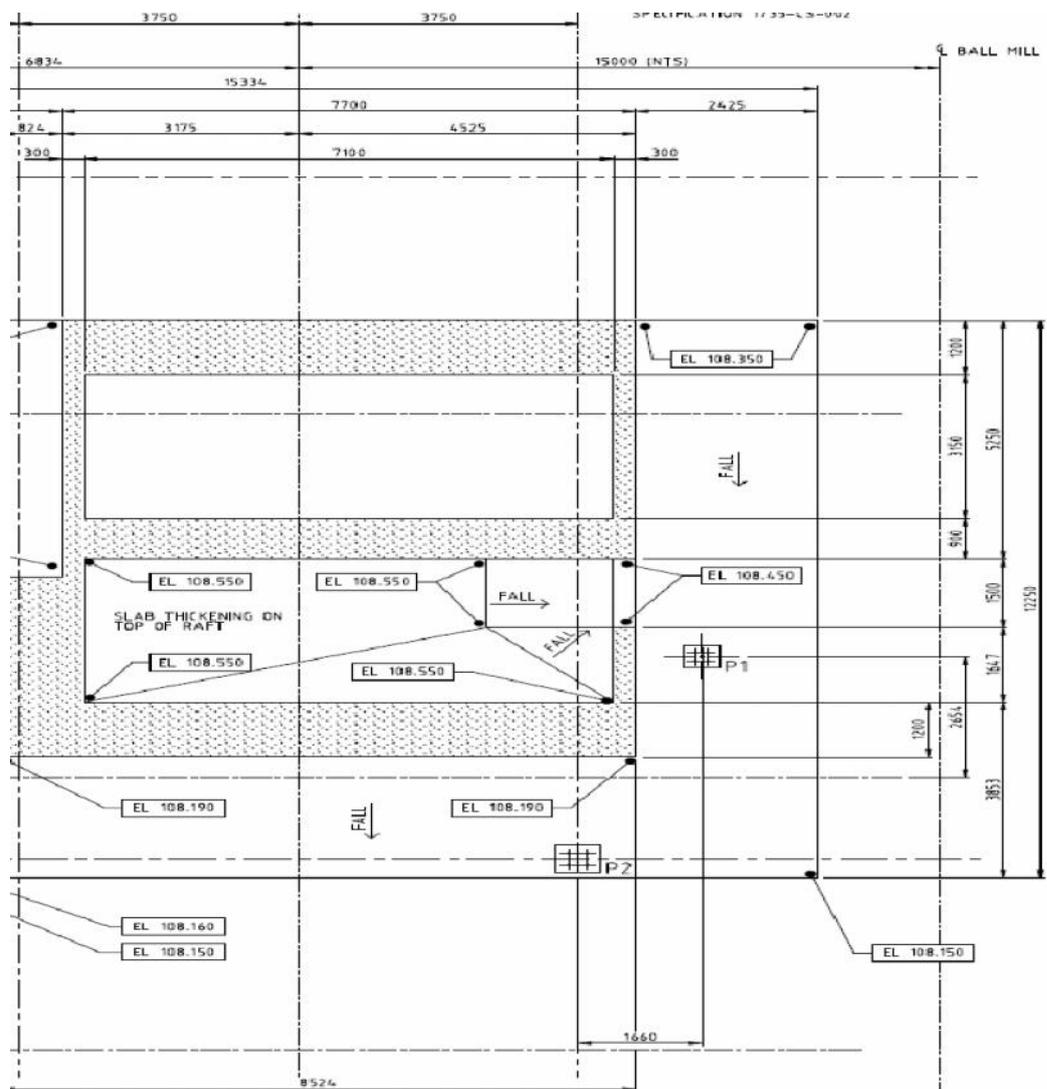


Figure6 : Vue en plan de la fondation en BA du broyeur

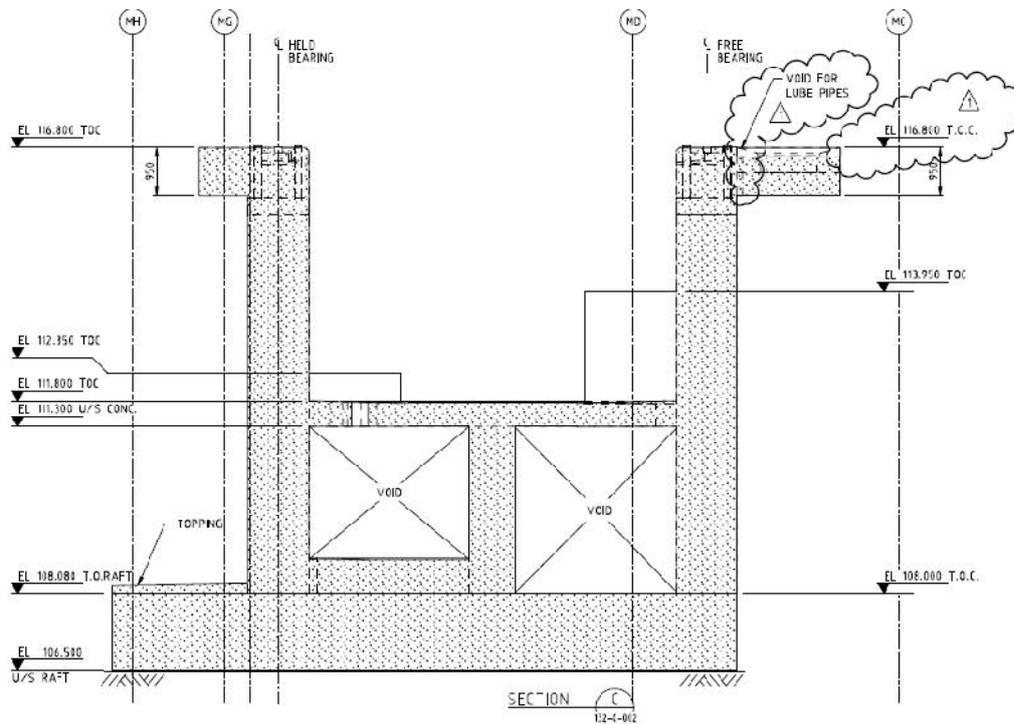


Figure7 : Coupe de la fondation du broyeur

Le broyeur repose sur Des murs porteurs de part et d'autre.

La masse de la machine à l'extrémité gauche, de sortie des matériaux incluant la masse de l'assemblage du moteur G_m est de 30 tonnes

a-Charges statiques P_s

-Poids de la machine P_m

- Poids du tube cylindrique de la machine $M_t = 80 \text{ tonnes} + 30 = 120$
- Poids des balles en fer $M_b = \frac{\text{puissance du moteur}}{35\%} = \frac{4300}{35\%} = 12285,7 \text{ Kg} = 12.3 \text{ t}$
- Poids des matériaux pulvérisés par la machine $M_m = 8 \text{ t}$

$$P_m = M_t + M_b + M_m = 140.3 \text{ tonnes}$$

$$\text{Poids de la fondation } P_f = 273.08 \text{ m}^3 \times 2.5 \text{ t/m}^3 = 682.7 \text{ t}$$

$$\text{Charges statiques totales} = P_m + P_f = 823 \text{ t}$$

$$P_s = 823 \text{ t}$$

Surface d'appui fondation-sol

$$S_f = 12.25 \times 8.524 = 104.419 \text{ m}^2$$

Contrainte due aux charges statiques

$$s_t: \frac{823}{104.419} = 7.882 \text{ t/m}^2 = 0.788 \text{ kg/cm}^2 = 78.8 \text{ kPa}$$

b-charges dynamiques

Forces horizontales centrifuge

$$P_x = 0.2 \times (M_t + M_b) = 0.2 \times 132.3 \text{ t} = 26.46 \text{ t}$$

Moment dynamique

$$M_d = P_x \times e = 26.46 \times 7.7 = 203.742 \text{ t.m}$$

Les contraintes à la base induite par les forces dynamiques :

$$d = \frac{203.742}{\frac{1}{6} \times 104.419 \text{ m}^2 \times 12.5 \text{ m}} = 0.94 \text{ t/m}^2 = 940 \text{ Kg/m}^2 = 0.94 \text{ Kg/cm}^2$$

La contrainte totale sur le sol est

$$\tau = s_t + d$$

$$= 0.79 + 0.94 = 1.73$$

$$s_{\text{max}} = 1.73 \text{ kg/cm}^2 < 2 \text{ Kg/cm}^2 \quad \text{la stabilité est vérifiée}$$

Commentaire du résultat :

Le sol supporte parfaitement la structure car sa contrainte admissible est nettement supérieure à celle de la structure. Les forces dynamiques jouent une part importante dans la vérification de la stabilité. Dans notre exemple, elle équivaut à environs 25 % des forces statiques soit leur quart qui n'est pas négligeable.

Pour le ferrailage le diamètre minimum d'acier à considérer sera de 16 mm. La machine ne doit pas reposer directement sur le Béton. Le contact est relié par des appareils d'appui qui dissipent mieux les efforts dynamiques résultants du fonctionnement de la machine.

III.2-ETUDE DE LA STABILITE D'UN MUR DE SOUTÈNEMENT

Un support en Béton armé sert de fondation pour le mécanisme de concassage. Il est constitué par les éléments de structure en Béton armé suivants :

- Dalles pleines
- Voiles
- Poteaux
- Murs de soutènement
- Fondation superficielle sur radier général

La vérification de la stabilité concerne le mur de soutènement dont les dimensions sont données selon la figure 8 ci-après.

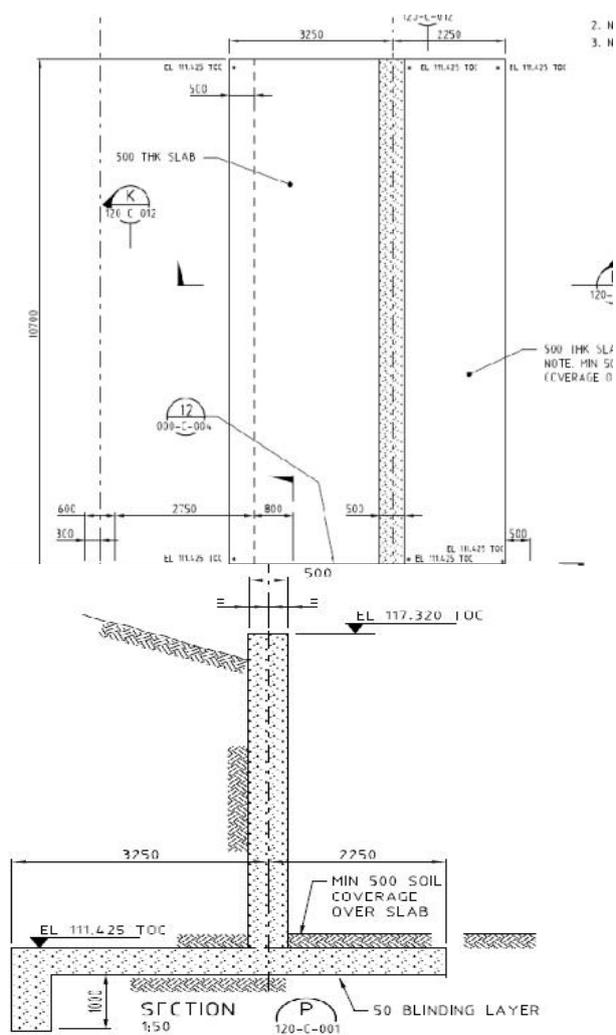


Figure 8: Plan du mur de soutènement

III.2.1-Hypothèses de calcul

Remblais ou terrain à l'arrière du voile, le terrain est plus ou moins cohérent à compacité moyenne

DTU 13.12

⇒ $\sigma_{sol}^{admissible} = 0.2 \text{ MPa}$ (annexe n°4)

Coffrage en planches ⇒ parements rugueux angle de frottement : = 30

Cohésion $C = 0$

Poids volumique des terres : (tout venant)

Valeur probable sécuritaire = 20 KN /m³

Le coefficient de poussé à prendre en compte sera

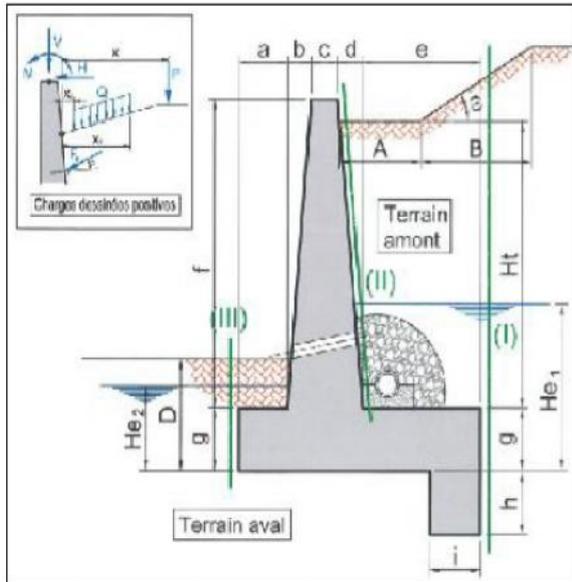
$$K_a = \frac{\sigma_h}{\sigma_v} = \frac{1 - \sin\phi}{1 + \sin\phi} = \frac{1 - \sin 30}{1 + \sin 30} = 0.33$$

La charge d'exploitation $Q = 10 \text{ KN/m}^2$

iii.2.2-Vérification a l'aide d'un programme de calcul Excel

Hypothèses de calcul

Hypothèses de calcul			
Règlement de calcul		DTU 13.12	
Calcul poussée / butée		Caquot - Kérisel	
Répartition contraintes		Sprangler & Gerber	
Minoration charge inclinée		Sans objet	
Taux sécurité	Glissement (S_G)	1,00	1,00
ELUF / ELUA	Basculement (S_R)	1,20	1,00



Géométrie du mur

Longueur patin	a	2,00	[m]
Fruit parement face avant	b	0,00	[m]
Epaisseur en tête de mur	c	0,50	[m]
Fruit parement face arrière	d	0,00	[m]
Longueur talon	e	3,00	[m]
Hauteur du parement	f	5,90	[m]
Epaisseur de semelle	g	0,50	[m]
Hauteur de bêche	h	1,00	[m]
Largeur de bêche	i	0,50	[m]

Charges

		Q [T/m ²]	X _i [m]	X _f [m]
Sur remblai R1/R2 : uniformes L1 : linéique P1 : ponctuelle	R1 [Q]	1,00	2,50	10,00
	R2 [Q]	0,00	0,00	10,00
	P1 [Q]	0,00	0,00	
En tête de mur		V [T]	H [T]	M [Tm]
	T1 [Q]	0,00	0,00	0,00
	T2 [G ₀]	0,00	0,00	0,00

La charge par défaut d'exploitation est de 1 tonne par mètre carré

CARACTERISTIQUE DES MATERIAUX

Caractéristiques des matériaux				
Masses volumiques	ρ_M / ρ_S	2,50	2,50	[T/m ³]
Enrobages	e_M / e_S	5,0	5,0	[cm]
Classes de résistance	f_B / f_E	25	500	[Mpa]
Fissuration armatures		Très Préjudiciable		

Description du terrain				
<u>Remblai</u>	Hauteur du terrain	H_t	5,89	[m]
	Talus incliné	ω	10	[°]
	Plateau horizontal	A	0,00	[m]
	Replat sur talus	B	2,50	[m]
	Masse volumique	γ_1	2,00	[T/m ³]
	Angle talus nature	ϕ_1	30	[°]
	Frottement sol/mur	α	0	[°]
<u>Bon sol</u>	Contrainte ELS	σ_{ELS}	1,00	[bar]
	Frottement sol/sm	ϕ_3	30	[°]
<u>Butée</u>	Part mobilisée	K'_p/K_p	0	[%]
	Fiche du mur	D	0,00	[m]
	Arase active	z_i	-0,50	[m]
	Masse volumique	ρ_2	1,80	[T/m ³]
	Angle talus nature	ϕ_2	30	[°]
<u>Nappe</u>	Niveau amont	H_{e1}	-2,00	[m]
	Niveau aval	H_{e2}	-2,00	[m]

Après avoir défini les données concernant la géométrie du mur et les caractéristiques du matériau on obtient la figure 9 ci après :

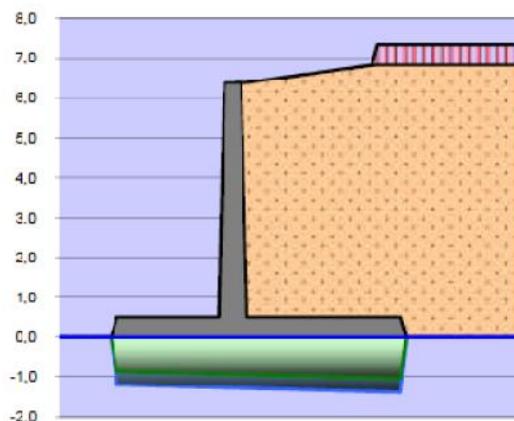


Figure 9 : schéma des sollicitations sur le mur

Vérification du glissement et au Basculement

➤ Glissement

Actions		STA	DYN	
[G ₀]	V	52,38	0,00	[T]
	H	0,00	0,00	[T]
[G ₁]	V	0,00	0,00	[T]
	H	20,44	0,00	[T]
[Q]	V	0,00	0,00	[T]
	H	2,62	0,00	[T]
[E]	V	0,00	0,00	[T]
	H	0,00	0,00	[T]

Glissement (statique)		
[ELUF]	[G ₀] + 1,35[G ₁] + 1,5[Q]	0,83
!	V.tgφ	
	H.	31,53 [T]

La vérification au glissement n'est pas satisfaisante, le remblai a tendance à repousser le mur

➤ Basculement

Actions		STA	DYN	
[G ₀]	M _{st}	190,31	0,00	[Tm]
	M _{rv}	0,00	0,00	[Tm]
[G ₁]	M _{st}	0,00	0,00	[Tm]
	M _{rv}	35,42	0,00	[Tm]
[Q]	M _{st}	0,00	0,00	[Tm]
	M _{rv}	7,87	0,00	[Tm]
[E]	M _{st}	0,00	0,00	[Tm]
	M _{rv}	0,00	0,00	[Tm]

Basculement (statique)		
[ELUF]	[G ₀] + 1,35[G ₁] + 1,5[Q]	3,19
OK	M _{st}	
	M _{rv}	59,61 [Tm]

Les forces stabilisatrices sont suffisantes pour retenir le mur. Il n'ya pas de problème de basculement

SURFACE COMPRIMEE

Actions		STA	DYN	
[G ₀]	M	-47,58	0,00	[Tm]
	V	52,38	0,00	[T]
[G ₁]	M	35,42	0,00	[Tm]
	V	0,00	0,00	[T]
[Q]	M	7,87	0,00	[Tm]
	V	0,00	0,00	[T]
[E]	M	0,00	0,00	[Tm]
	V	0,00	0,00	[T]

Surface comprimée (ELS)			
[ELS]		[G ₀]	
OK	M	-47,58 [Tm]	100,0
	V	52,38 [T]	> 10

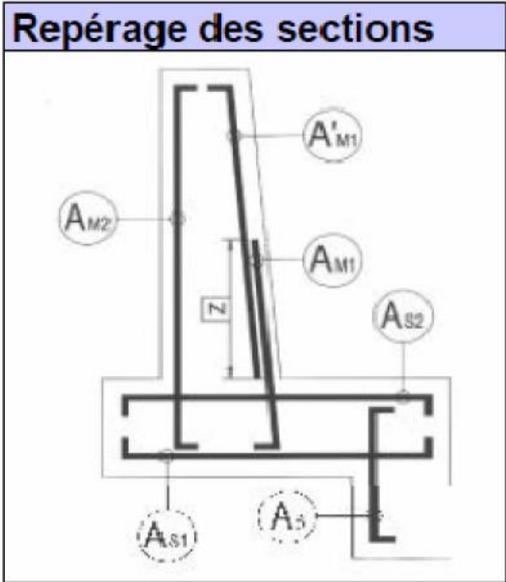
La compression est vérifiée. Il n'ya aucun problème de poinçonnement.

ARMATURES

FERRAILLAGE

Sollicitations	M1	M2
ELS : [G0] + [G1] + [Q]	30,16	15,55

[Tm]



Contraintes béton

OK	Parement	$\sigma_{B,M}$	8,82	<15
	Semelle	$\sigma_{B,S}$	5,86	<15

Sections caractéristiques

Mur côté terre	A_{M1}	37,84	[cm ²]
Mur cote z 0,60	A'_{M1}	27,10	[cm ²]
Mur côté vide	A_{M2}	0,00	[cm ²]
Semelle nappe inf	A_{S1}	19,68	[cm ²]
Semelle face arrière	A_{S2}	19,68	[cm ²]
Armature de bêche	A_B	0,00	[cm ²]

Les armatures sont ensuite calculées tenant compte des sollicitations :

- M1 : Moment en pied de mur
- M2 : Moment à l'avant de la semelle

On obtient ainsi les sections caractéristiques qu'on utilisera pour les choix d'armatures

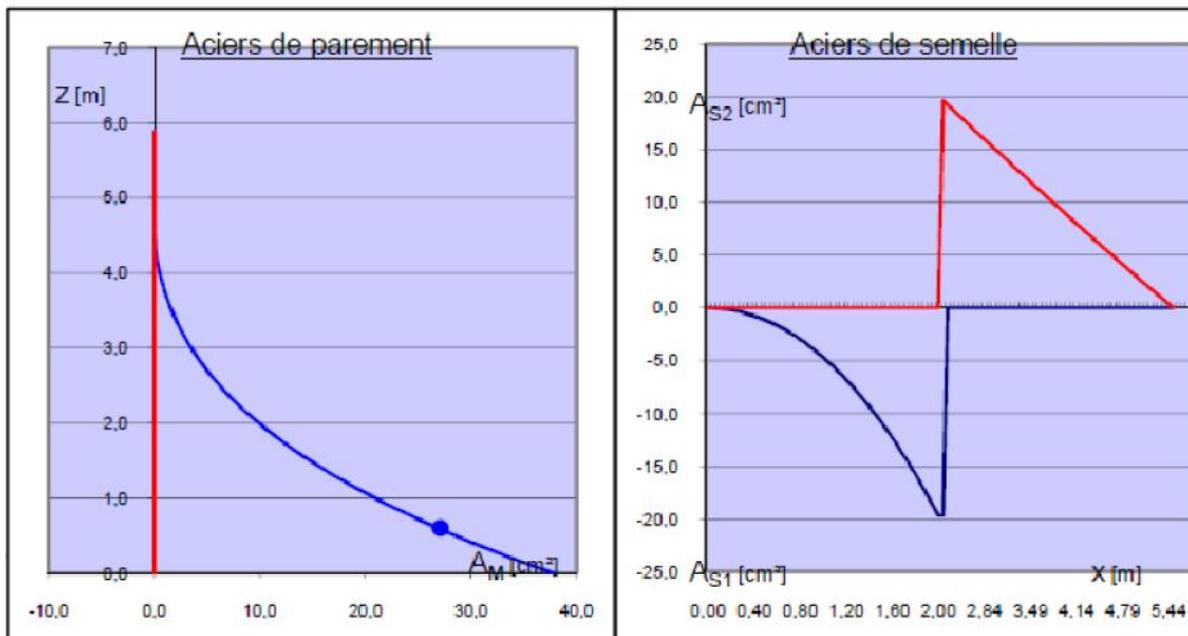
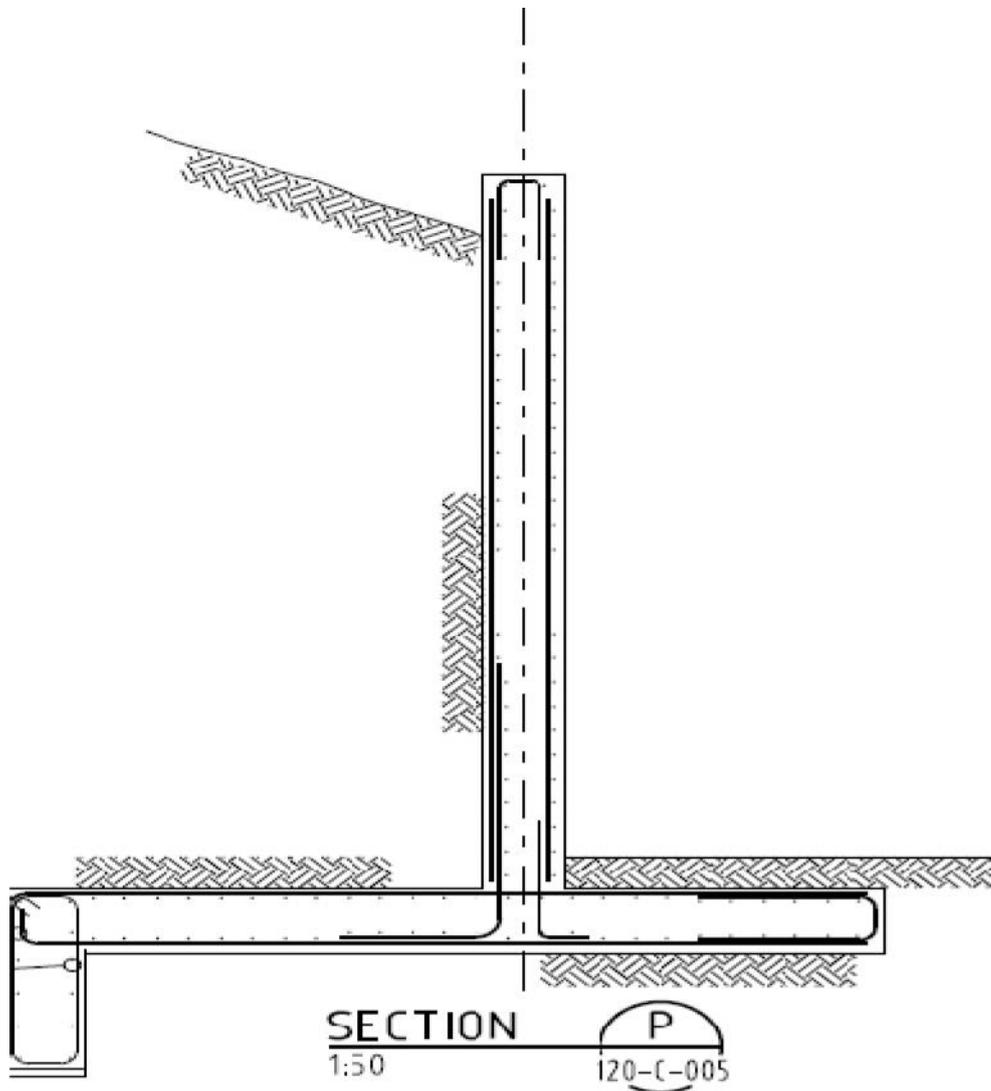


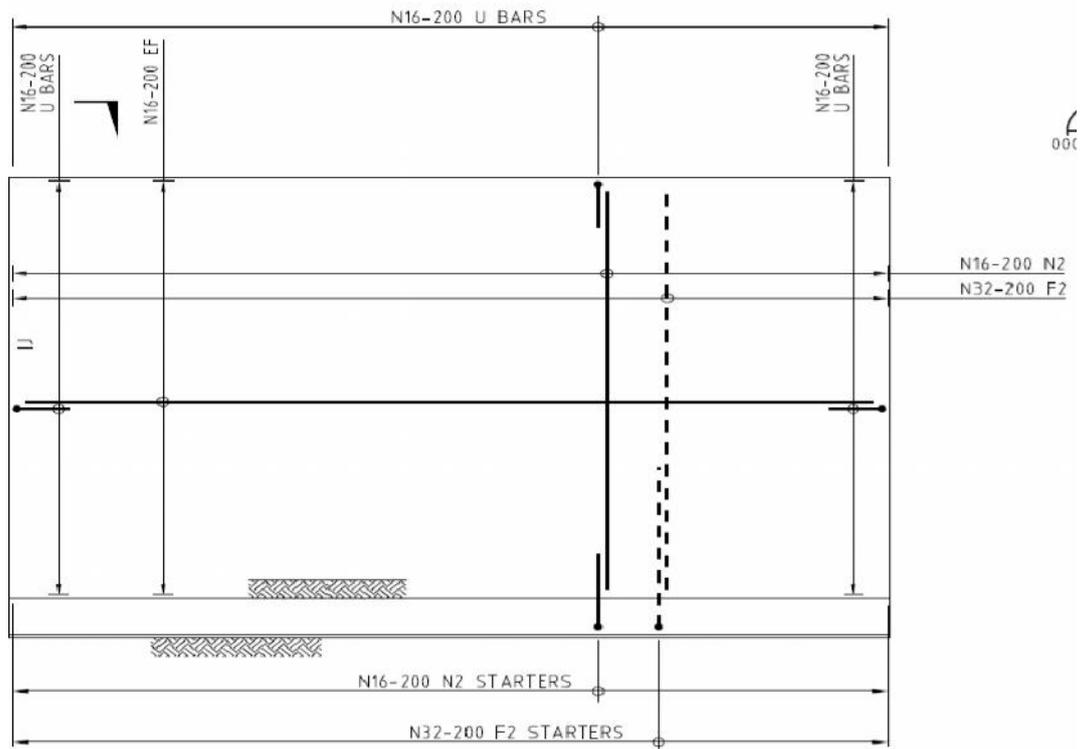
Figure10 : Courbe de dispositions des armatures

III.2.3-Résultat des projeteurs

Les schémas de la figure 11 permettent montre le ferrailage du mur et de la semelle de l'ouvrage



a- Coupe transversale



b-Coupe longitudinale

Figure11 : schéma de disposition des armatures

Mur :

Les projeteurs ont trouvé 5HA32 soit $40.20 \text{ cm}^2/\text{m}$ du coté face-terre et 5HA16 soit $10.05 \text{ cm}^2/\text{m}$ du coté face-vidé reparti selon un espacement de 20 cm.

Cela est largement suffisant pour la stabilité du mur par rapport aux résultats trouvés.

SEMELLE :

La nappe inférieure ainsi que la nappe supérieure sont symétriquement armée avec 3HA32 soit $24.12 \text{ cm}^2/\text{m}$ reparti selon un espacement de 30cm.

Les armatures transversales sont des barres HA 16 répartie avec un espacement de 20 cm sur le mur et la semelle.

En remarque, la vérification au glissement n'est pas satisfaisante. Ce qui explique le fait qu'on est prévu une bèche de 1 mètre d'ancrage.

Pour vérifier que la profondeur de la bèche est suffisante on ajoute a la semelle la profondeur de la bèche ajouter de 50 centimètre d'épaisseur.

Après application, on trouve le résultat suivant concernant le glissement :

Glissement (statique)			
[ELUF]	[G0] + 1,35[G1] + 1,5[Q]		1,18
OK	V.tgφ	37,52 [T]	
	H.	31,92 [T]	

Le facteur de sécurité 1.18 est inférieur à la normale qui est de 1.5

Il y'a nécessité de revoir la profondeur de la bêche. Une bêche de 2 mètres de profondeur permettrait d'avoir de une bonne stabilité au glissement pour lequel on trouve 1.66 comme facteur de sécurité

Glissement (statique)			
[ELUF]	[G0] + 1,35[G1] + 1,5[Q]		1,66
OK	V.tgj	51,43 [T]	
	H.	30,95 [T]	

III.3-ETUDE DE LA STABILITE DE LA DIGUE D'UN BASSIN

III.3.1-Les critères de choix du bassin

Le bassin étudié devra retenir un volume d'eau d'environ 10 000 mètres cube. Ce bassin est approvisionné en eau à partir du barrage construit à environ 10 kilomètres du site. Son rôle sera d'approvisionner des cuves contenant des solutions de cyanure. D'autres bassins du genre serviront au traitement d'eau usée. Etant donné la disponibilité d'un site d'emprunt proche, de sol latéritique de bonne caractéristique physique il est donc économique de faire un bassin avec une digue de matériau homogène. Ce qui facilitera également la mise en œuvre.

III.3.2-Géométrie de la digue du bassin

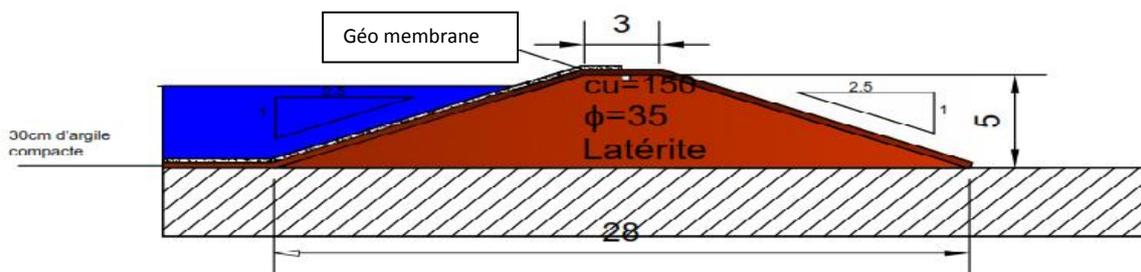


Figure 12 : géométrie de la digue

En générale, Les calcul de stabilité sont réalisés pour trois moments importants de la vie de l'ouvrage de manière à encadrer les pressions extrêmes :

- La fin de la construction ou comportement à court terme
- Le réservoir plein (calcul défavorable au talus aval)
- La vidange rapide (calcul défavorable au talus amont)

III.3.3-Action de la pression de l'eau

Cette analyse a été élaborée à partir des notes de cours de l'Ingénieur Henri Voron

La force pressante sur la digue est exclusivement liée à la hauteur d'eau, en occurrence 5 m (PHE) et 4 m (PEN).

La force pressante est totalement indépendante de la masse d'eau retenue mais plutôt de la hauteur de retenue.

F_h , la composante horizontale de la force pressante est donnée par la formule $F_h = F_p \times \sin(\alpha)$ (α = angle du talus avec l'horizontale).

Pour 2,5 de base pour 1 de hauteur, $\alpha = 22^\circ$

$$\sin 22^\circ = 0,37$$

A 5 m de profondeur, cette composante horizontale est de $50\,000 \text{ N} \times 0,37 = 18\,500 \text{ N}$ soit 1,85 tonne-force par m^2 .

Remarque : c'est précisément là où le barrage est le plus épais (28 m) qu'on a la force pressante la plus importante, et réciproquement. La forme trapézoïdale de la section de la digue est une excellente réponse à la variation verticale des forces pressantes.

III.3.4-Stabilité au glissement

L'analyse est faite à partir du rapport « Conception et dimensionnement d'un micro-barrage de retenue d'eau de ruissellement à KEUR SEIB NDOYE . »

La stabilité au glissement du bassin est celle qui est la plus dangereuse. Elle concerne aussi bien le talus amont que le talus aval sur sa fondation. Cependant on fait le calcul sur le talus aval qui est considéré comme étant le plus critique. L'hypothèse de base établie est que l'on prend la surface de la rupture comme étant un cercle à axe horizontal appelé cercle de glissement. A partir de cette hypothèse, on découpe le terrain en tranches verticales de faible épaisseur juxtaposées et on étudie l'équilibre de l'ensemble à la limite du glissement le long du cercle. Il existe plusieurs méthodes de calcul suivant les hypothèses faites sur les interactions entre les tranches et sur la pression interstitielle. La

méthode utilisée est celle de BISHOP simplifiée appliquée à un programme d'ordinateur Excel. C'est une méthode basée sur l'étude de l'équilibre d'une tranche de talus verticale d'épaisseur unitaire et délimité par un cercle de glissement comme décrit dans la figure suivante. La répartition des pressions est celle résultant de l'écoulement dans le barrage. La portion de talus intérieure au cercle de glissement choisi est en équilibre limite lorsque la somme des moments dus aux forces de gravité M_{jg} est égale à la somme des moments résistants dus aux forces de cohésion et de frottement M/ef développées sur la surface de rupture. On évalue ainsi le coefficient de sécurité $F = M_{jg}/M_{jef}$.

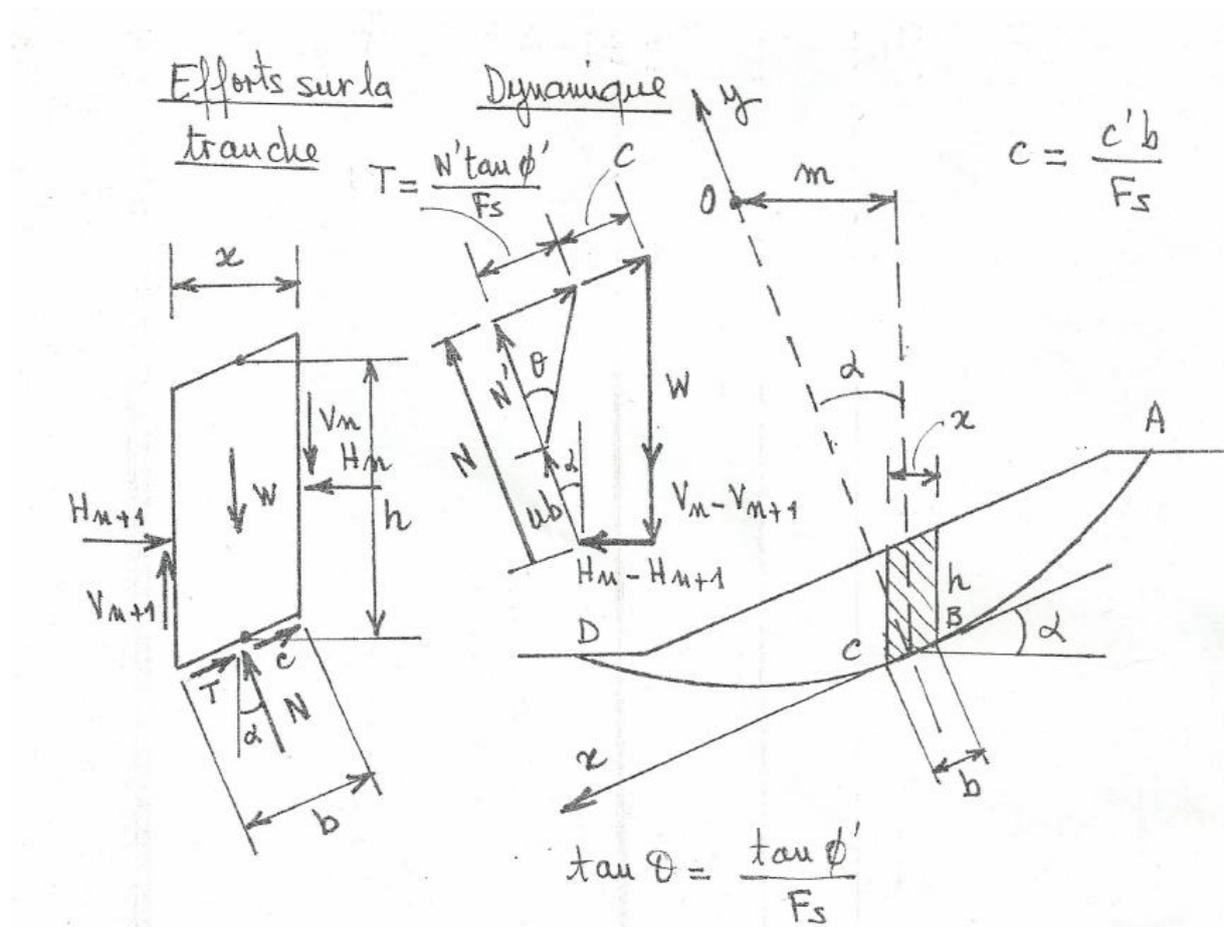


Figure 13 : Efforts sur la tranche i du cercle de glissement d'un talus (notes de cours du Dr. Ismaïla GUEYE)

En faisant l'hypothèse d'une surface de glissement circulaire, la formule de bishop simplifié admet que la composante de la tranche verticale de la poussée de la tranche amont et de la butée de la tranche aval sont égales et opposées ($-V_n = V_{n+1}$), dont la figure 13 relate bien les efforts

En une tranche i donnée la formule de bishop simplifié s'écrit de la manière suivante :

$$F_s = \frac{\sum \left[[C_i \cdot x_i + (W_i - U_i x_i) \tan \phi_i] \frac{1}{\cos \alpha_i \left(1 + \frac{\tan \alpha_i \tan \phi_i}{F_s} \right)} \right]}{\sum W_i \sin \alpha_i}$$

Avec C_i = Cohésion de la tranche ; W_i = Poids de la tranche ; x_i = largeur de la tranche ; ϕ_i = angle de frottement de la tranche ; F_s = facteur de sécurité ; α_i = angle de la tranche par rapport au talus.

Résultats de vérification de la stabilité au glissement

(Voir les calculs en annexe n°3 du tableau de résultats)

En appliquant la méthode de Bishop simplifié au cercle de glissement selon choisi on trouve un facteur de sécurité de 4; largement supérieur à la valeur minimale qui est de 1.3 en générale.

Par conséquent la digue est stable au glissement et stable de manière générale

III.3.5-Recommandation

Le facteur de sécurité est très élevé ont pourrait envisager d'opter pour une pente de 2/1 pour lequel on économiserait en matériaux et en coût. Les résultats pour une telle pente donnent un facteur de sécurité de 3.4 en annexe n° 3 du tableau de résultats pour pente 2/1.

Le drainage est prévu de telle sorte que le géo membrane étalé sur toute la surface d'une épaisse couche de sable draine l'eau, s'infiltrant, vers le point le plus bas. Cependant l'étanchéité de la digue n'est pas totalement garantie et doit faire preuve d'un entretien régulier De plus il serait plus judicieux et sécuritaire de prévoir un renforcement tout au long du talus aval et amont en enrochement ou en perré maçonné

CHAPITRE IV-ORGANISATION ET GESTION DE CHANTIER

Les chantiers miniers sont des chantiers à grande dimension qui nécessitent de la part des entreprises un savoir faire dans l'organisation et la gestion des ressources pour en tirer une productivité maximale.

IV.1-INVANTAIRE DES RESSOURCES HUMAINES

- Compte tenu de la complexité et la quantité élevée des travaux sur un chantier minier l'entreprise se doit de mettre en place une organisation à vue d'atteindre les objectifs visés dans un délai de temps donné. La figure 14 suivante donne un organigramme à suivre :

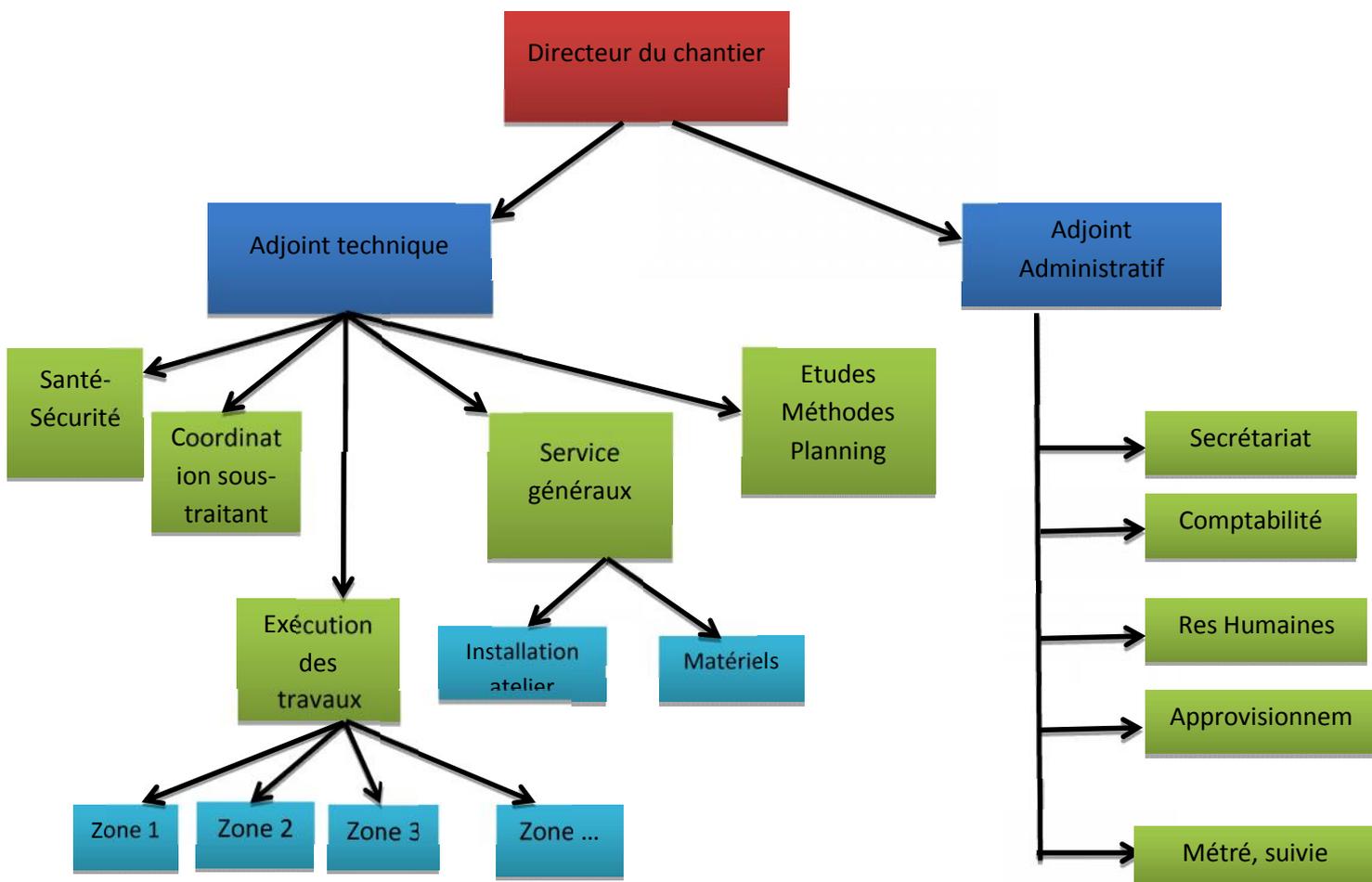
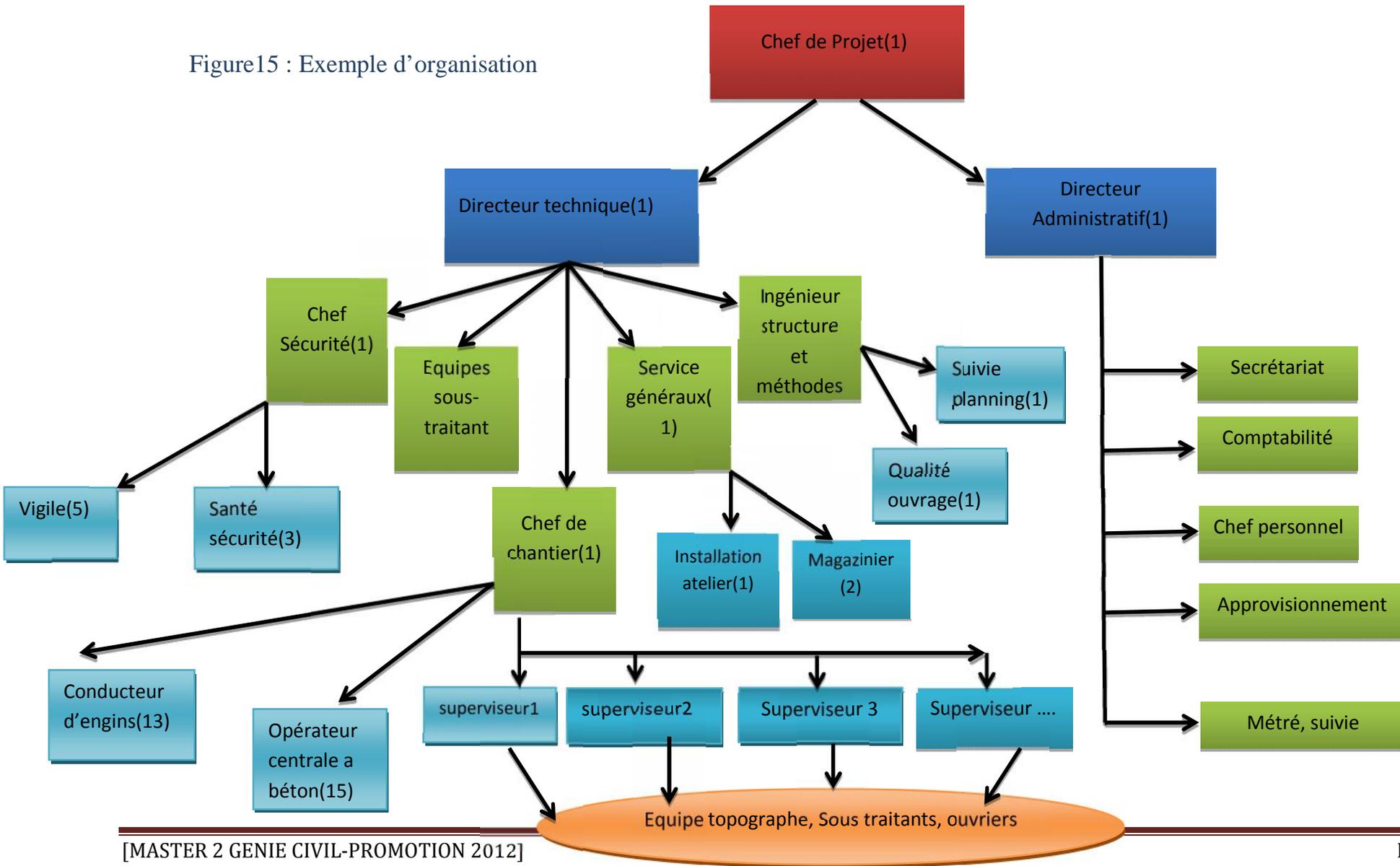


Figure 14 : Exemple d'organisation d'une entreprise de construction d'usine

Figure15 : Exemple d'organisation



Cet organigramme désigne les besoins d'une entreprise dont les différentes tâches sont réparties en fonction des zones.

Dans le cas de ce projet il y'avait les zones suivantes :

Zone1 : bâtiment service

Zone2 : Concasseur+tunnel+broyeur

Zone3 : bassin

Zone4 : convoyeur+bâtiment usine

Zone5 : base vie

Zone7 : piste d'accès

Chaque zone correspondra à la tutelle d'un superviseur qui dirige les opérations des différentes équipes de sous traitants présents. Le superviseur est sous la direction du chef de chantier. Le chef de chantier suit les recommandations des ingénieurs, il doit être dynamique et apte à prendre des décisions pratiques sur le terrain.

IV.2-INSTALLATION DU CHANTIER

Selon, « Organisation des chantiers et coordination des travaux, » de Monsieur Paul Mamadou OUATTARA, s'agit d'un plan établi par l'entreprise et approuvé par le maître d'œuvre qui permet :

- de préparer les lieux pour recevoir:
 - le personnel (locaux sociaux et bureaux, atelier);
 - le matériel (aires d'installation);
 - les matériaux (aires de stockage).
- de prévoir les besoins pour le marché des travaux, en assurant les divers branchements si nécessaire (énergie, eau,), la circulation aisée et en toute sécurité du personnel et des engins (voies d'accès et chemins de circulation intérieure)

Il s'agira de répartir les espaces disponibles du terrain à bâtir entre les divers aménagements nécessaires à la vie du chantier, à son fonctionnement, et l'édification de l'ouvrage.

Le plan d'installation du chantier Bissa c'est établi selon la capture d'image ci-après décrit

L'installation requiert des engins de levage tel que les grues mobiles :

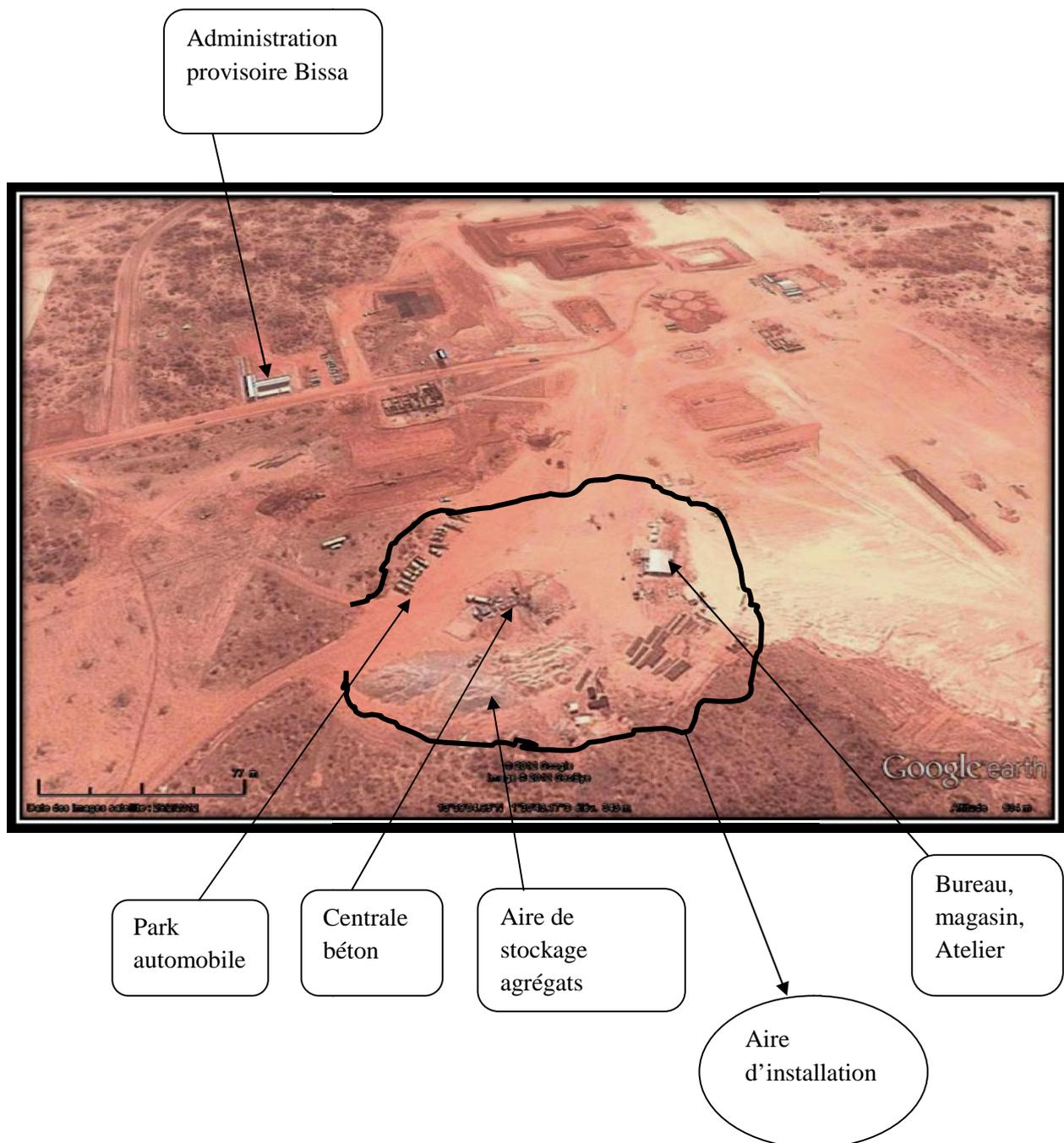


Figure16 : Installation du chantier de l'entreprise

IV.3-PRODUCTION DU BETON

Le béton est le matériau clé du chantier. Il doit être préparé et mise en place selon les normes convenues. Pour se faire, l'entreprise est dotée d'une centrale semi automatique, pour sa préparation.

Le béton est ensuite acheminé vers les zones de coulage. Des prélèvements sont effectué chaque 30 mètre cube pour des essaies. Les coulages en hauteur sont assuré par les grues muni de godets allant d'un demi à un mètre cube de capacité. Pour ce chantier c'est environs huit milles mètres cubes de béton qui seront nécessaire.

IV.4-LES ENGINES

Un certains nombres et de types d'engins sont nécessaires. L'entreprise doit avoir un minimum de matériel comme décrit dans le tableau suivant. Autrement il procèdera à des locations dont le prix de revient va impacter sur la marge bénéficiaire.

Tableau5:Park automobile

Engins	nombres	Affectation
Camions bennes	6	10 t sur le chantier et 19 t pour l'approvisionnement des agrégats
Camion citerne	2	Arrosage piste,
Toupie	5	Service béton
Chargeuse	2	service centrale, carrière
Pelle hydraulique	2	Tranchée de fondation
Niveleuse	2	Terrassement
Booter	4	Terrassement, carrière
Grues	3	Levage pré-fabriquè; coulage de béton
Compacteur rouleau lisse	2	Digue et piste
Compacteur a pied de mouton	2	Digue et piste
Véhicule 4*4	5	Divers

IV.5-SUIVI JOURNALIER

Le suivie journalier des activités devra se faire par un opérateur délégué en qualité de suivie des taches sur le chantier. Le suivie journalier permettra :

- De connaitre la programmation des activités jours après jours
- De connaitre le rendement des équipes
- De repartir les équipes en fonction de l'importance des taches

- Un pointage en conformité avec le nombre de travailleur total

Le tableau 6 suivant est un exemple de fiche de suivie journalier. A partir de cette fiche on peut évaluer le rendement des travailleurs sur un ouvrage et prendre les mesures appropriées. Egaleme nt il permet de connaitre le nombre de travailleur réel observé en un point de la journée.

Tableau 6 : Fiche de suivie journalier

DATE:

	Total travailleur journalier	BUREAU et atelier	Ouvrage 1	Ouvrage2	Ouvrage3	ouvrage4	ouvrage5	ouvrage...	autres endroits	Commentaires
Travailleur										
Chef projet	1	1								
Ingénieur	2	2								
Chef de chantier	1	1								
Superviseur	4		1		1		1		1	
Sante sécurité	3	2			1					
Maçon	11		2		9					
Charpentier	28	6	5	6	4	6		1		
Ferrailleur	20	5	4	4	4				3	
Manœuvres	30	10	0	5	5	5	5			
Magasinier	2	2								
Chauffeur	4	4								
Secrétaire	1	1								
Sécurité	3	3								
Nettoyeur	5	1	1		1		1	1		
Laborantins	3	3								
Mécaniciens	2	2								
Electriciens	3				3					
etc.,									
TOTAL	123	43	13	15	28	11	7	2	4	

IV.6-SECURISATION DES OPERATIONS

La sécurisation des activités est très importante sur un site minier. L'entreprise devra posséder une équipe de sécurité opération dont les fonctions principales sont les suivantes :

- Accompagner et faciliter les activités pour éliminer ou Contrôler le hasard en vue de minimiser les risques dans une zone de travail.
- Participer au planning et à l'implémentation des opérations de management du système de santé sécurité.
- Améliorer continuellement l'effectivité des opérations du système de santé sécurité.

De façon pratique, l'équipe santé sécurité est chargée :

- a- Inspecter les lieux et l'environnement des travaux pour identifier et déterminer les risques qui leurs sont associés
- b- Représenter les besoins des employé avec un regard sur les problèmes de santé sécurité
- c- Coordonner les activités du chantier en matière de santé sécurité en coopération avec les responsables

V.7-REUNION DE CHANTIER

Chaque matin devra se tenir une réunion de chantier avec tous les travailleurs dirigé par le chef de chantier et les responsables en vue de donner les objectifs de la journée mais aussi de vérifier que son équipe de travail est opérationnel et que l'effectif y est.

V.8-PLANNING DES ACTIVITES

Le planning général a été réalisé à l'aide d'un logiciel Project qui donne la programmation des activités.

Pour le chantier Bissa Gold, étant donné l'importance des travaux, il est nécessaire de superposer plusieurs tâches à la fois en considérant le nombre d'ouvrages à réaliser. L'entreprise est donc tenue d'avoir le personnel et le matériel nécessaires pour respecter le planning des activités. Dans les fichiers annexes vous trouverez le planning général de la construction.

La gestion

L'entreprise doit prendre les dispositions nécessaires pour une parfaite coordination des travaux quant à l'approvisionnement des matériaux, le matériel et la main d'œuvre nécessaire. Le travail ne doit s'interrompre pour faute de moyen. Etant donné les

contraintes de temps une tel erreur peut être révoqué par la mine est susceptible de résiliation du marché.

Le tableau récapitulatif suivant donne une idée du coût des travaux détaillés en annexe 5:

Tableau 7 : Tableau récapitulatif du devis estimatif et quantitatif

N°	DESIGNATION	UNITE	QUANTITE	PRIX UNITAIRE	PRIX TOTAL
INSTALLATION ET REPLI DE CHANTIER					
1	INSTALLATION GENERALE DU CHANTIER	FF	1	85000000	85000000
2	REPLI DU CHANTIER	FF	1	28000000	28000000
TOTAL					113000000
FONDATION BROYEUR					
A	TERRASSEMENT				
TOTAL A		FF			9662930
B	BETON ARME				
TOTAL B		FF			105294914,3
	TOTAL GENERALE FONDATION BROYEUR	FF			114957844,3
MUR DE SOUTENEMENT					
A	TERRASSEMENT				
TOTAL A		FF			4346875
B	BETON ARME				
TOTAL B		FF			25401188,52
	TOTAL GENERAL MUR DE SOUTENEMENT				29748063,52
BASSIN					
A	TERRASSEMENT				
TOTAL		FF			1487253151
	MONTANT TOTAL HORS TAXE	FF			1 744 959 058

Le tableau 8 suivant donne le bénéfice pour un mètre cube de béton dosé à 350 Kg

Tableau 8: Bénéfice pour 1 m3 de béton dosé à 350kg

BENEFICE POUR UN BETON DOSE A 350 KG/M3						
PRIX du mètre cube(cfa)	prix sous-traitant(cfa)	Ciment(cfa)	Sable(cfa)	Gravier(cfa)	10%personnel(cf a)	Marge bénéficiaire(fcfa)
255000	10000	40000	8000	13000	25500	158500

Par exemple lorsqu'on applique ce calcul au cout du béton de la fondation du broyeur, on obtient un bénéfice de 65.143.500 FCFA soit $411\text{m}^3 \times 158500$ FCFA

CONCLUSION ET QUELQUES RECOMMANDATIONS

Ce stage concernait les études de stabilité des structures béton armé et d'une digue en terre de la construction d'une usine d'exploitation minière. Ce projet est particulier, tout d'abord car il s'agit d'ouvrages industriels. Ensuite, il est particulier du fait de sa grandeur, en effet le projet est réaliser sur une superficie d'environ 1000 m^2 . Environ 8000 m^3 de béton seront nécessaires à la réalisation de ce chantier. L'étude et le suivie de la réalisation du projet a été confié au bureau d'étude Australien Lycopodium du fait de sa complexité.

Dans un premier temps, l'étude de la stabilité sol-fondation d'un broyeur. La démonstration montre bien que la structure est stable. Dans un deuxième temps, l'étude de la stabilité d'un mur de soutènement à l'aide d'un programme Excel. Après comparaison des résultats avec celui des projeteurs il s'avère que le mur de soutènement est stable cependant on doit revoir la profondeur de la bêche soit 2 mètres. Pour finir, la vérification de la stabilité des pentes de la digue d'un bassin de rétention et l'organisation et la gestion du chantier.

Ce temps passé pour la réalisation de ce travail permet d'aborder le métier d'ingénieur débutant au sein d'une entreprise de construction. Cela permet à la fois de rentrer dans le métier du génie civil, mais surtout de comprendre l'importance de la gestion du temps. La vérification du dimensionnement des parties de la structure, en utilisant de nouveaux outils, ainsi que les connaissances académiques sont autant des atouts acquis.

Le domaine du génie civil est à la fois très intéressant et très difficile. Pour mener à bien un projet, il faut enchaîner les différentes étapes de manière claire, ce qui n'est pas souvent le cas. Il faut aussi une bonne coordination des différents intervenants dans un

corps de projet, par exemple pour les ouvrages industriels : partie architecture, partie process, partie génie civil (charpente métallique, fondations...).

De ce rapport, il reste beaucoup à faire pour mieux appréhender les ouvrages industriels. Le souhait est donc que d'autres études soient mener dans les prochaines années par des étudiants en vue d'une étude détaillés et complète des infrastructures minières.

BIBLIOGRAPHIE

- ⇒ Rapport technique sur le projet Bissa Gold et l'exploration, Mars 2011
- ⇒ Minéral ressource évaluation, Bissa Gold Project, SRK Consulting
- ⇒ , P SRINIVASULU, CV VAIDYANATHAN Handbook of Machines foundations, structural Engineering Research Center , edition Madras ,1990
- ⇒ JM DESTRAC,D.LEFAVRE Memotech-Génie Civil-
- ⇒ committee 351,Foundation for dynamic equipment, Reported by ACI, ACI351.3R-04
- ⇒ Michel CREUSE ,Gros œuvre et Béton Armé, Edition Delagrave,mars 2005
- ⇒ Emmanuel Alonzo ,Barrage en Remblais,
- ⇒ Dr.Ismâïla GUEYE ,, stabilité des pentes, Notes de cours du 2iE
- ⇒ R.M. FAURE ,Méthodes de calcul de stabilité des pentes,
- ⇒ Guide pour l'élaboration des EIE de projet minier
- ⇒ Paul Mamadou OUATTARA ,Organisation des chantiers et coordination des travaux, , 2iE
- ⇒ Michel GIROUSSE ,Organisation des chantiers de Travaux Publics,
- ⇒ AMADOU BA-MACTAR FALL-ALY NGOUILLE NDIAYE ,Conception et dimensionnement d'un micro-barrage de retenu d'eau de ruissellement à KEUR SEIB NDOYE ,Projet de fin d'étude, juin 1988
- ⇒ Henry VORON, Notes de cours,2009
- ⇒ Catalogue de machine Metso broyeur, www.metso.com
- ⇒ NORMES
 - BAEL 91 Révisé 99
 - BS 8110

ANNEXE

ANNEXE1- MESURES D'IMPACT ENVIRONNEMENTAL

L'exploitation minière est une activité dont les conséquences sur l'environnement s'avèrent néfastes si des mesures appropriées ne sont pas prises en amont, pendant et en aval des travaux, pour protéger les composantes humaines, naturelles, ou artificielles des milieux traversés. C'est pour anticiper sur ces conséquences et les maîtriser qu'une étude d'impact sur l'environnement est prévue conformément aux dispositions de la **Loi N° 005/97/ADP du 30 Janvier 1997** portant Code de l'Environnement au Burkina Faso et le décret N° **2001-342/PRES/PM/MEE** portant champ d'application, contenu et procédure de l'étude et de la notice d'impact sur l'environnement. En effet ce décret a l'avantage d'avoir classé les activités susceptibles d'avoir des impacts significatifs directs ou indirects sur l'environnement en trois (03) catégories :

- Catégorie A : activités soumises à une étude d'impact sur l'environnement,
- Catégorie B : Activités soumises à une notice d'impact sur l'environnement,
- Catégorie C : Activités qui ne sont pas soumises à une étude d'impact sur l'environnement.

Le présent projet se classe en catégorie A (**exploitation minière**) et fait l'objet d'une étude d'impact environnemental. Dans le cadre de ce mémoire, nous nous limiterons à une évaluation environnementale dont l'objet est :

- d'identifier et d'évaluer les impacts susceptibles d'être engendrés par l'exécution des travaux et l'utilisation de la route construite ;
- de proposer et d'évaluer les mesures nécessaires pour prévenir, limiter, compenser ou réparer les impacts négatifs ou pour maximiser les effets positifs.

Impacts environnementaux

Le projet aura des impacts pendant la construction de la base et après la construction de la base pour l'exploitation du minerai. De façon générale, on peut relever des impacts négatifs et des impacts positifs.

L'usine de traitement et les bâtiments connexes occupent une grande superficie qui suppose l'abattage de plusieurs arbres. Les sites d'emprunt constituent d'énormes sources de dégradation pour la nature. L'irruption de la poussière occasionnée par la construction, sera source de maladies cardio-respiratoire. De même le risque de danger lié à la construction pour les ouvriers est très élevé sur les chantiers miniers. On peut également caractériser les impacts :

Impacts sur les ressources en eau

- Le drainage d'acide minier et la lixiviation des contaminants*
- L'érosion des sols et des déchets miniers dans les eaux de surface*
- *Impacts des bassins de décantation des résidus, de déchets de roche, de la lixiviation en tas et des installations de stockage de lixiviats.*
- *Impacts de l'exhaure des mines*

Impacts de projets miniers sur la qualité de l'air

- *Rejets fortuits de mercure*

- *Bruits et vibrations*

✚ **Impacts des projets miniers sur la faune**

- *Perte d'habitat*

- *Morcellement de l'habitat*

✚ **Impacts sur la qualité du sol**

✚ **Impacts sur les valeurs sociales**

- *Déplacement humain et réinstallation*

- *Impacts de la migration*

- *Perte d'accès à l'eau potable*

MESURES D'ATTENUATION DES IMPACT NEGATIFS

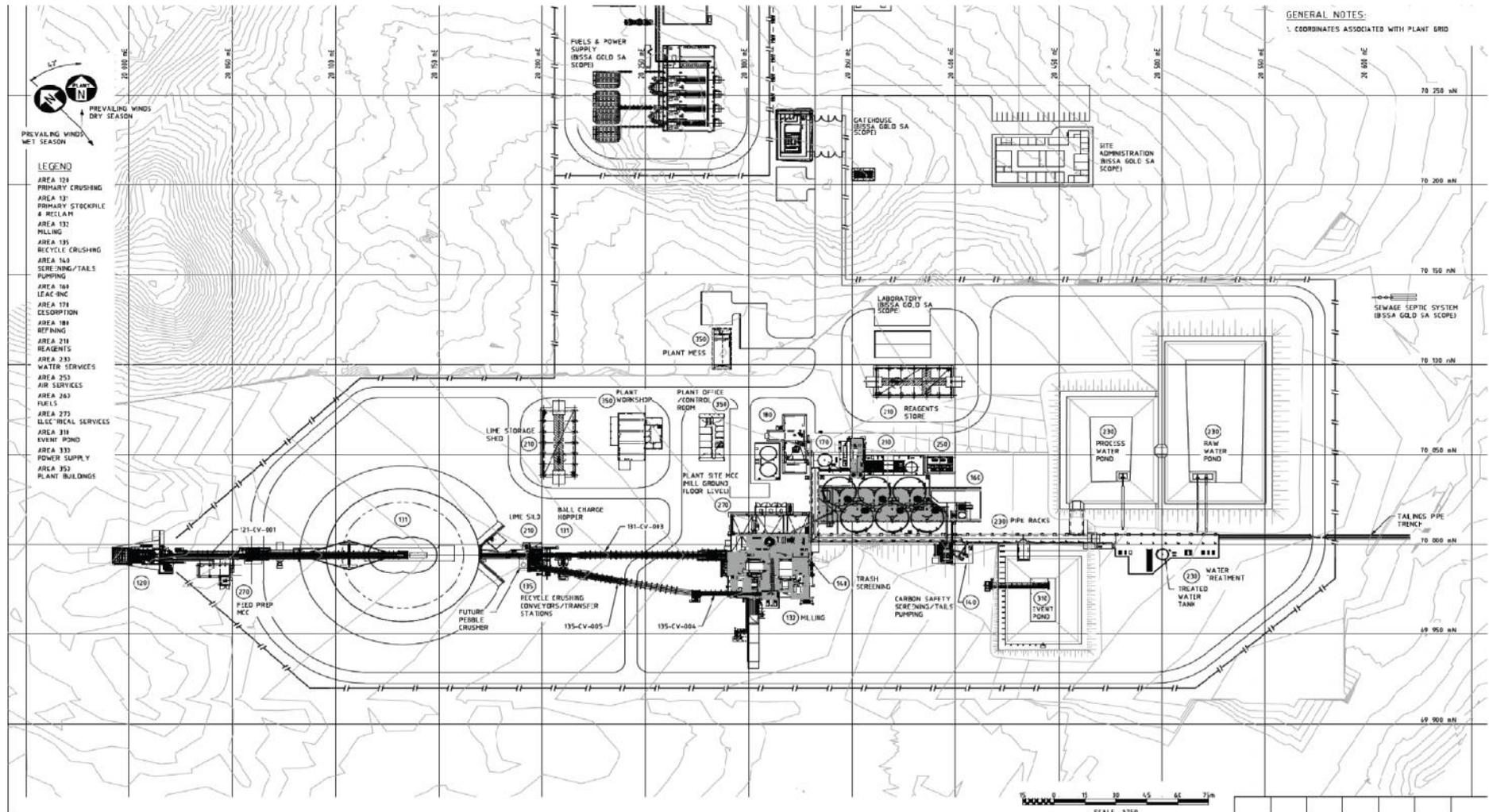
Pour notre projet, les études sur les impacts environnementaux (EIE) ont été développées de sorte à atteindre les normes nationales requises avec quelques options de plus pour se conformer aux normes internationales. Parmi ces mesures figurent :

- la protection des ressources en eau
- la Protection de la qualité de l'air et des niveaux de bruit
- Protection de la faune
- Évaluation plan de suivi de l'environnement
- Evaluation du plan de réhabilitation et de fermeture
- La Remise en place de la végétation à travers le programme de reforestation
- Le Suivi des impacts sur les communautés affectées

Selon la mairie " *les populations affectées par les travaux et qui doivent être réinstallées, ont pu directement discuter avec Bissa Gold de leurs indemnisations* ". Il ressort également D'après l'idylle de Sabcé, " *un document où est bien esquissé un plan de développement durable en faveur des populations est disponible* ",

ANNEXE 2-PLAN DE L'USINE

ETUDE DE STABILITE ET ORGANISATION DE CHANTIER D'INFRASTRUCTURE MINIERES : LE PROJET BISSA GOLD



ANNEXE3-RESULTATS SUR LA STABILITE DES PENTES

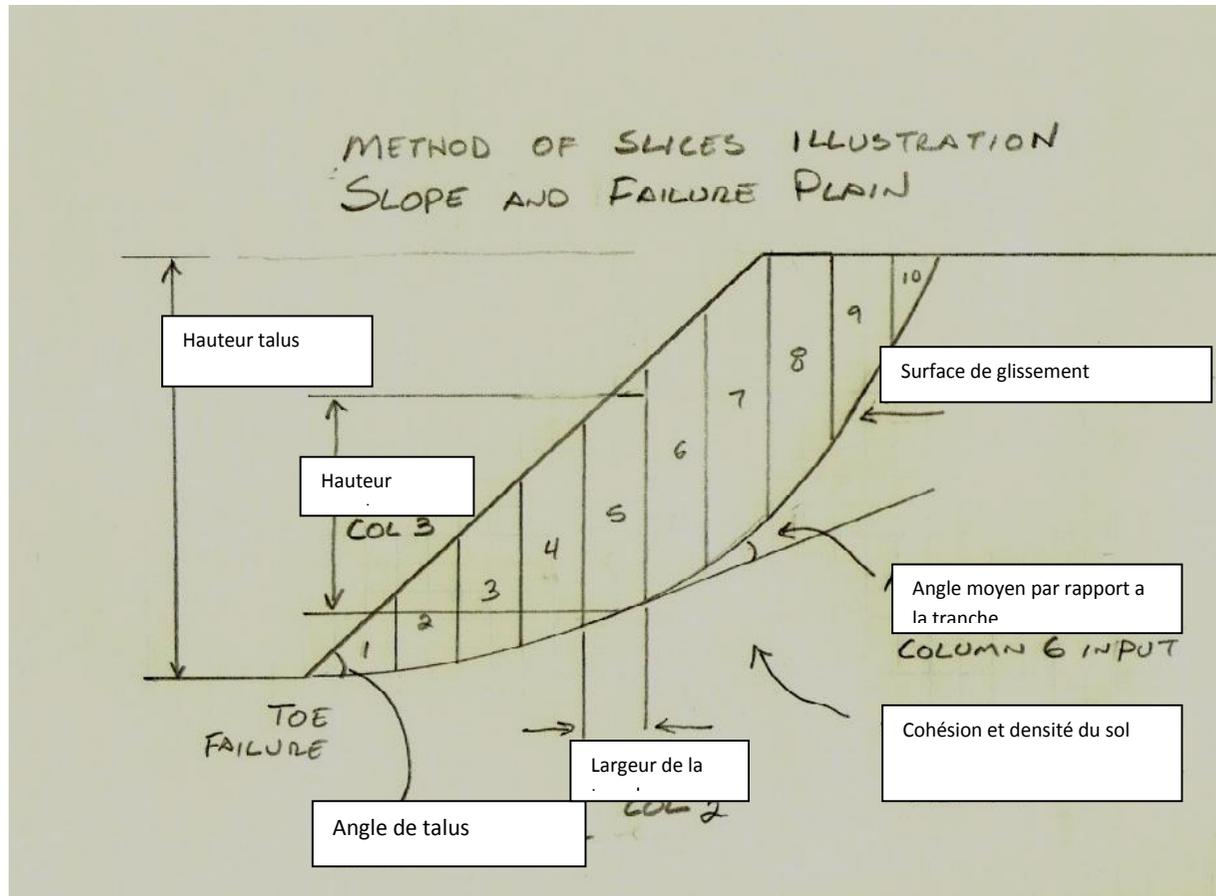


Figure du cercle de glissement choisie

Stabilité des pentes utilisant la méthodes de Bishop Simplifié

Donnée de calcul du facteur de sécurité

Introduire les valeurs	
<i>Poids Volumique du sol</i>	1145,86 lb/PCF
<i>Angle de frottement</i>	35 DEG
<i>Cohésion du sol</i>	3132,8 KPSF
<i>Facteur de sécurité par défaut</i>	1,5 DL
<i>angle de talus</i>	22 DEG
<i>hauteur de la digue</i>	17 FT

conversion	
1lb/PCF	63.6590KN/m3
1KPSF	20.8854KPA

Tranche	largeur (FT)	hauteur (FT)	Aire (CF)	Poids (LBS)	Angle (DEG)	Poids × Base Plus poids ×	Cohesion × Base Plus poids ×	Bishop		Bishop		Bishop		Bishop	
								Term	Colonnes 8	Term	Colonnes 8	Term	Colonnes 8	Term	Colonnes 8
						Base	Base	FS	Divisé	New FS	Divisé	Nouv FS	Divise	Nouv FS	Divise
						Angle	Angle	Valeur	Colonnes 9	Valeur	Colonnes 11	Valeur	Colonnes 13	Valeur	Colonnes 15
1	6,0	2,1	13	14549	5	1228	28905	1,0	27905	1,0	28550,3	1,0	28583	1,0	28585
2	6,0	4,3	25	29097	6	3122	39092	1,0	37433	1,0	38530,9	1,0	38587	1,0	38590
3	6,0	6,4	38	43646	8	6180	49279	1,1	46665	1,0	48466,7	1,0	48560	1,0	48565
4	6,0	7,7	46	52375	10	8807	55391	1,1	52047	1,0	54431,6	1,0	54556	1,0	54563
5	6,0	9,4	56	64014	14	15096	63541	1,1	58732	1,0	62510,0	1,0	62712	1,0	62722
6	6,0	10,2	61	69833	18	21626	67616	1,1	61727	1,0	66977,1	1,0	67263	1,0	67278
7	6,0	10,2	61	69833	22	26160	67616	1,1	61354	1,0	67738,8	1,0	68093	1,0	68111
8	6,0	6,8	41	46555	25	19896	51316	1,1	46500	1,0	52093,8	1,0	52409	1,0	52425
9	6,0	4,3	25	29097	29	14222	39092	1,1	35520	1,0	40508,0	1,0	40794	1,0	40809
10	6,0	1,7	10	11639	32	6112	26868	1,1	24511	1,0	28266,0	0,9	28484	0,9	28495
					Som	122448		Som	452394		488073,3		490042		490143
	Input	Input			Input			Nouv FS	3,7	Nouv FS	4,0	Nouv FS	4,0	Nouv FS	4,0
	Col 2	Col 3	Col 4	Col 5	Col 6	Col 7	Col 8	Col 9	Col 10	Col 11	Col 12	Col 13	Col 14	col15	col16

Tableau : Résultats de l'analyse par la méthode de Bishop simplifié

Stabilité des pentes utilisant la méthodes de Bishop Simplifié

Donnée de calcul du facteur de sécurité

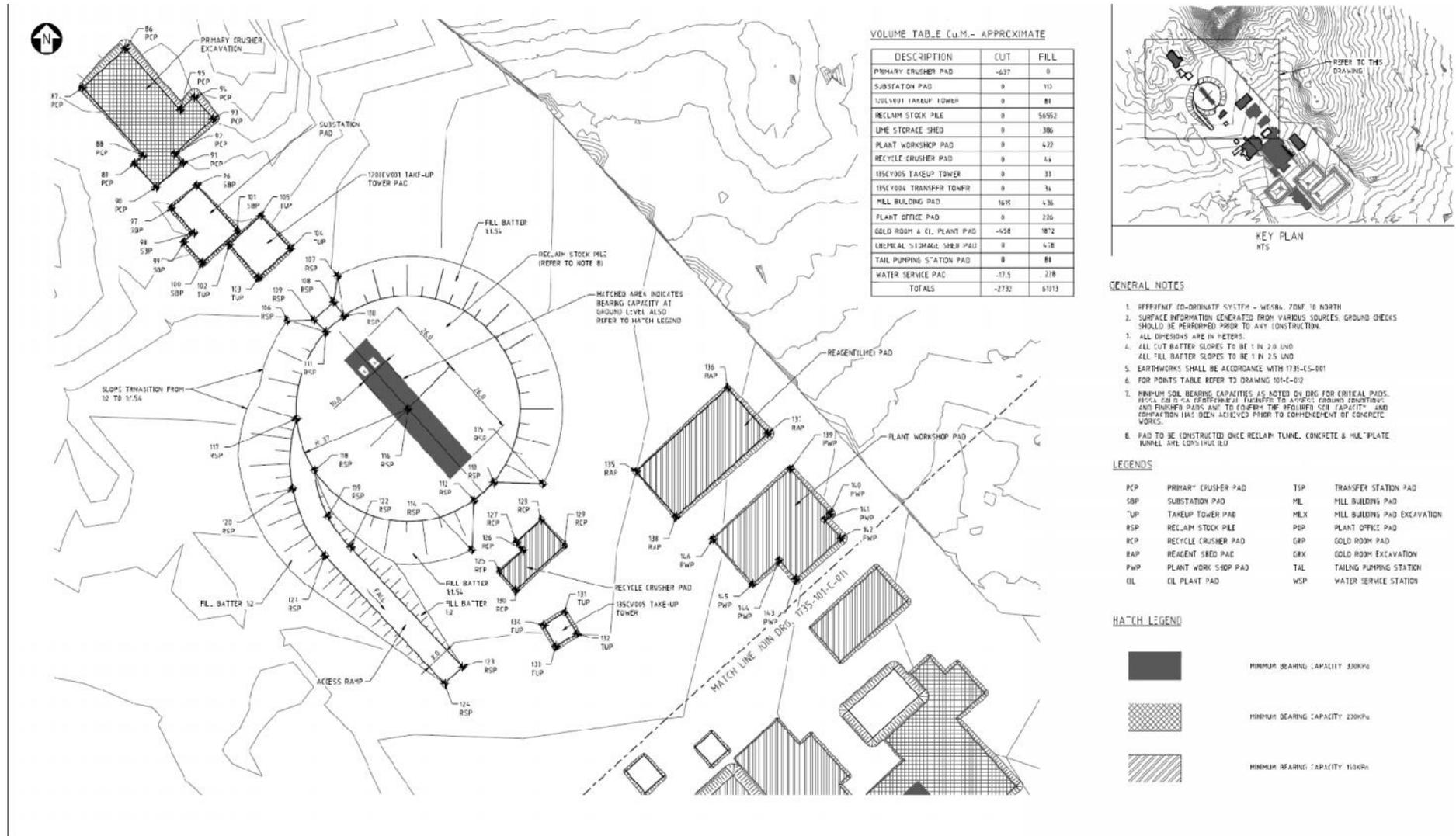
Introduire les valeurs		
<i>Poids Volumique du sol</i>	1145,86	lb/PCF
<i>Angle de frottement</i>	35	DEG
<i>Cohesion du sol</i>	3132,8	KPSF
<i>Facteur de sécurité par défaut</i>	1,5	DL
<i>angle de talus</i>	26,5	DEG
<i>hauteur de la digue</i>	17	FT

conversion	
1lb/PCF	63.6590KN/m3
1KPSF	20.8854KPA

Tranche	largeur (FT)	hauteur (FT)	Aire (CF)	Poids (LBS)	Angle (DEG)	Base Angle (LBS)	Cohesion × Base Plus poids × Tan	Poids × Sin	Bishop Term	Colonnes 8 Divisé	Bishop Term	Colonnes 8 Divisé	Bishop Term	Colonnes 8 Divisé	Bishop Term	Colonnes 8 Divisé
1	4,8	2,1	10	11789	6	1198	23423	1,0	22474	1,0	23012,9	1,0	23052	1,0	23055	23055
2	4,8	4,3	21	23579	7	3045	31678	1,1	30115	1,0	31030,7	1,0	31098	1,0	31103	31103
3	4,8	6,4	31	35368	10	6023	39933	1,1	37500	1,0	38999,1	1,0	39111	1,0	39119	39119
4	4,8	7,7	37	42442	12	8578	44886	1,1	41805	1,0	43786,0	1,0	43935	1,0	43946	43946
5	4,8	9,4	45	51873	16	14672	51490	1,1	47187	1,0	50322,2	1,0	50562	1,0	50580	50580
6	4,8	10,2	49	56589	22	20951	54792	1,1	49731	1,0	54101,2	1,0	54443	1,0	54468	54468
7	4,8	10,2	49	56589	27	25250	54792	1,1	49666	1,0	55013,9	1,0	55441	1,0	55472	55472
8	4,8	6,8	33	37726	30	19133	41584	1,1	37852	1,0	42576,6	1,0	42960	1,0	42988	42988
9	4,8	4,3	21	23579	35	13607	31678	1,1	29168	0,9	33438,2	0,9	33792	0,9	33818	33818
10	4,8	1,7	8	9432	38	5827	21772	1,1	20259	0,9	23507,1	0,9	23780	0,9	23800	23800
					Sum	118284		Sum	365757		395787,8		398174		398349	398349
	Input	Input			Input			Nouv FS	3,1	Nouv FS	3,3	Nouv FS	3,4	Nouv FS	3,4	3,4
	Col 2	Col 3	Col 4	Col 5	Col 6	Col 7	Col 8	Col 9	Col 10	Col 11	Col 12	Col 13	Col 14	col15	col16	

Tableau : Vérification avec une pente 2/1

ETUDE DE STABILITE ET ORGANISATION DE CHANTIER D'INFRASTRUCTURE MINIERES : LE PROJET BISSA GOLD



ANNEXE4-RAPPORT GEOTECHNIQUE SUR LA CAPACITE PORTANTE DES SOLS DE FONDATION

ANNEXE5-DEVIS QUANTITATIFS ET ESTIMATIFS

N°	DESIGNATION	UNI TE	QUAN TITE	PRIX UNITAIRE	PRIX TOTAL
INSTALLATION ET REPLI DE CHANTIER					
1	INSTALLATION GENERALE DU CHANTIER	FF	1	85000000	85000000
2	REPLI DU CHANTIER	FF	1	28000000	28000000
TOTAL					113000000
FONDATION BROYEUR					
A	TERRASSEMENT				
1	PREPARATION, DECAPAGE, IMPLANTATION	m2	110,542	65000	7185230
2	FOUILLE POUR RADIER	m3	165,18	15000	2477700
TOTAL					9662930
B	BETON ARME				
1	BETON DE PROPRETE DOSE A 150 kg	m3	5,23	74171	387914,3 3
2	BETON ARME FONDATION RADIER 350 kg	m3	165,18	255000	42120900
3	BETON ARME VOILE 350 kg	m3	155,15	255000	39563250
4	BETON ARME DALLE 350 kg	m4	75,15	255000	19163250
5	BETON ARME CONSOLE 350 kg	m5	15,92	255000	4059600
TOTAL					10529491 4,3
	TOTAL GENERALE FONDATION BROYEUR				11495784 4,3
MUR DE SOUTÈNEMENT					
A	TERRASSEMENT				
1	PREPARATION, DECAPAGE, IMPLANTATION	m2	58,85	65000	3825250
2	FOUILLE POUR RADIER	m3	34,775	15000	521625
TOTAL					4346875
B	BETON ARME				
1	BETON DE PROPRETE DOSE A 150 kg	m3	3,12	74171	231413,5 2
2	BETON ARME FONDATION RADIER 350 kg	m3	34,775	255000	8867625
3	BETON ARME VOILE 350 kg	m3	63,93	255000	16302150
TOTAL					25401188

L B					,52
	TOTAL GENERAL MUR DE SOUTENEMENT				29748063,52
	BASSIN				
A	TERRASSEMENT				
1	PREPARATION, DECAPAGE, IMPLANTATION	m2	7297,92	65000	474364800
2	DEBLAIS MIS EN DEPOT	m3	2189,37	6150	13464625,5
3	REMBLAIS DE LA DIGUE	m3	36676,1	27250	999423725
TOTAL					1487253151
	MONTANT TOTAL HORS TAXE				1 744 959 058

ANNEXE6-COUT REEL DE LA CONSTRUCTION

INFRASTRUCTURES ET CONSTRUCTION	COUT EN \$US
Relocalisation des habitats	1.205.000
Routes sur site	3.329.000
Déviation de la RN22	3.872.000
Base vie	1.963.000
Clôture de sécurité	605.000
Electricité et communication	10.059.000
USINE	
Station de concassage	4.884.000
Station de Broyage	2.327.000
Lessivage	17.603.000
Aire de stockage	2.938.000
Circuits électriques	3.491.000
Autres	22.232.000

ANNEXE 7-LE BETON

Dosage en eau

Dosage en eau total E (l/m ³)	208
Correction (%)	0
Dosage en eau total corrigée (l/m ³)	208

Dosage théorique en matériaux secs

DOSAGE CONSTITUANTS	Pour un mètre cube(1m ³) de Béton frais en œuvre		Volume pour un sac de ciment(1)
	Pondéral(Kg)	Volumétrique	
Concassé 15/25	725	530	75
Concassé 5/15	392	253	36
Sable Naturel	706	505	72
Ciment CPA 45	350	325	50 Kg(1 sac)
Eau de gâchage	208	208	30

Etude de Formulation de Béton Hydraulique(Méthode pratique de Dreux GORISSE)

Caractéristique des Granulats

Granulats	Sable Naturel	Granulat 5/15	Granulat 15/25
Caractéristiques			
Granulométrie d/D	0/5	5/15	15/25
Fines %	3	0	0
Module de Finesse-MF	2.32	-	-
Equivalent de sable (E-S)	78	-	-
Propreté Superficielle	-	0.30	0.40
Coefficient d'aplatissement	-	20.5	18.5
Coefficient Los Angeles-La	-	27	25
Micro Deval(Eau) MDE	-	14	19
Masse Volumique Réelle (MVR)	2.88 1.40	2.70 1.55	2.68 1.37
Masse Volumique Apparente(MVA)			

Formulation de composition théorique

-Données

Dimension maximale des Granulats-D(mm)	25.0
Coefficient Granulaire-G=G(D ;qualité des Granulats)	0.50

Résistance caractéristique souhaitée- f_{c28} (MPa)	25
Classe du Ciment C(CPA)	45
Affaissement souhaitée (Plasticité moyenne normale)- A(cm)-	5 à 7

Dosage en ciment (C)

Rapport C/E	1.85
Dosage en Ciment (Kg/m ³)	350

ANNEXE8-PLANNING GLOBAL DE LA CONSTRUCTION

TACHE	DEBUT	FIN	% Complete
J 1735 - Bissa Gold Project Schedule	Lun 21/11/11	Dim 26/08/12	
CONSTRUCTION	Lun 21/11/11	Dim 26/08/12	
Treatment Plant General	Lun 21/11/11	Dim 26/08/12	
160 - Leaching (CIL)	Sam 10/12/11	Jeu 26/07/12	
Sand Fill	Sam 10/12/11	Ven 03/02/12	
Area Concrete	Lun 02/07/12	Jeu 26/07/12	
132 - Milling	Lun 21/11/11	Mar 07/08/12	
Civils	Lun 21/11/11	Jeu 14/06/12	
SAG Mill	Lun 21/11/11	Ven 01/06/12	
Excavation	Lun 21/11/11	Ven 25/11/11	100%
Blinding	Sam 26/11/11	Sam 03/12/11	100%
Concrete Base	Jeu 01/12/11	Sam 17/12/11	100%
Concrete Plinth 1st Pour	Mer 01/02/12	Lun 02/04/12	100%
Steel Fixing	Mer 01/02/12	Mar 07/02/12	100%
Formworks	Mar 14/02/12	Jeu 16/02/12	100%
Pouring Concrete	Lun 02/04/12	Lun 02/04/12	100%
Concrete Plinth 2nd Pour	Mer 01/02/12	Ven 06/04/12	100%
Steel Fixing	Mer 01/02/12	Sam 11/02/12	100%
Formworks	Mar 14/02/12	Ven 17/02/12	100%
Pouring Concrete	Mer 04/04/12	Mer 04/04/12	100%
Stripping formwork	Jeu 05/04/12	Ven 06/04/12	100%
Concrete Suspended Slab	Sam 07/04/12	Lun 16/04/12	
Precast fixing	Sam 07/04/12	Lun 09/04/12	100%
Steel Fixing	Mar 10/04/12	Mer 11/04/12	100%
Formworks	Jeu 12/04/12	Ven 13/04/12	100%
Pouring Concrete	Sam 14/04/12	Sam 14/04/12	100%

Stripping formwork	Lun 16/04/12	Lun 16/04/12	0%
Concrete Plinth 3rd Pour	Lun 16/04/12	Mer 25/04/12	
Steel Fixing	Lun 16/04/12	Jeu 19/04/12	50%
Formworks	Ven 20/04/12	Lun 23/04/12	0%
Pouring Concrete	Mar 24/04/12	Mar 24/04/12	0%
Stripping formwork	Mer 25/04/12	Mer 25/04/12	0%
Concrete Plinth 2nd	Mer 25/04/12	Ven 04/05/12	
Elevation 1st Pour			
Steel Fixing	Mer 25/04/12	Ven 27/04/12	0%
Formworks	Sam 28/04/12	Mer 02/05/12	0%
Pouring Concrete	Jeu 03/05/12	Jeu 03/05/12	0%
Stripping formwork	Ven 04/05/12	Ven 04/05/12	0%
Concrete Plinth 2nd	Lun 07/05/12	Ven 01/06/12	
Elevation 2nd Pour			
Steel Fixing	Lun 07/05/12	Jeu 10/05/12	0%
Formworks	Ven 11/05/12	Lun 14/05/12	0%
Pouring Concrete	Mar 15/05/12	Mer 16/05/12	0%
Stripping formwork	Jeu 17/05/12	Jeu 17/05/12	0%
Concrete Plinth 2nd	Ven 18/05/12	Ven 01/06/12	
Elevation precast items			
Steel Fixing	Ven 18/05/12	Sam 19/05/12	0%
Formworks	Sam 19/05/12	Mer 23/05/12	0%
Install precast items	Mer 23/05/12	Mar 29/05/12	0%
Pouring Concrete	Mar 29/05/12	Mer 30/05/12	0%
Stripping formwork	Jeu 31/05/12	Ven 01/06/12	0%
Ball Mill	Mer 23/11/11	Jeu 14/06/12	
Excavation	Mer 23/11/11	Ven 25/11/11	100%
Blinding	Sam 26/11/11	Sam 03/12/11	100%
Concrete Base	Dim 04/12/11	Mer 18/01/12	100%
1. Concrete Plinth 1st	Ven 06/04/12	Mer 18/04/12	
level			
Steel Fixing	Ven 06/04/12	Sam 07/04/12	100%
Formworks	Sam 07/04/12	Mer 11/04/12	100%
Pouring Concrete	Sam 14/04/12	Lun 16/04/12	100%
Stripping formwork	Mar 17/04/12	Mer 18/04/12	100%
2. Concrete Plinth 1st	Ven 13/04/12	Ven 20/04/12	
phase, 2nd level			
Steel Fixing	Ven 13/04/12	Sam 14/04/12	100%
Formworks	Sam 14/04/12	Mer 18/04/12	100%
Pouring Concrete	Mer 18/04/12	Jeu 19/04/12	100%
Stripping formwork	Jeu 19/04/12	Ven 20/04/12	100%
3. Concrete Plinth 2nd	Mar 17/04/12	Jeu 26/04/12	
phase, 2nd level			
Steel Fixing	Mar 17/04/12	Mer 18/04/12	100%
Formworks	Mer 18/04/12	Lun 23/04/12	100%
Pouring Concrete	Lun 23/04/12	Mar 24/04/12	100%
Stripping formwork	Mar 24/04/12	Jeu 26/04/12	100%
4. Concrete Plinth 3rd	Ven 20/04/12	Mer 02/05/12	
phase, 2nd level			

	Steel Fixing	Ven 20/04/12	Lun 23/04/12	100%
	Formworks	Lun 23/04/12	Ven 27/04/12	100%
	Pouring Concrete	Ven 27/04/12	Sam 28/04/12	100%
	Stripping formwork	Sam 28/04/12	Mer 02/05/12	100%
slab	5.Concrete Suspended	Mer 02/05/12	Lun 14/05/12	
	Precast Install	Mer 02/05/12	Sam 05/05/12	0%
	Steel Fixing	Sam 05/05/12	Lun 07/05/12	0%
	Formworks	Lun 07/05/12	Jeu 10/05/12	10%
	Pouring Concrete	Jeu 10/05/12	Ven 11/05/12	0%
	Stripping formwork	Ven 11/05/12	Lun 14/05/12	0%
phase, 3rd level	6.Concrete Plinth 1st	Lun 14/05/12	Lun 21/05/12	
	Steel Fixing	Lun 14/05/12	Mar 15/05/12	0%
	Formworks	Mar 15/05/12	Ven 18/05/12	0%
	Pouring Concrete	Ven 18/05/12	Sam 19/05/12	0%
	Stripping formwork	Sam 19/05/12	Lun 21/05/12	0%
phase,3rd level	7.Concrete Plinth 2nd	Mar 22/05/12	Mar 29/05/12	
	Steel Fixing	Mar 22/05/12	Mer 23/05/12	0%
	Formworks	Mer 23/05/12	Sam 26/05/12	0%
	Pouring Concrete	Sam 26/05/12	Lun 28/05/12	0%
	Stripping formwork	Lun 28/05/12	Mar 29/05/12	0%
phase, 3rd level	8.Concrete Plinth 3rd	Mar 29/05/12	Mer 06/06/12	
	Steel Fixing	Mar 29/05/12	Jeu 31/05/12	0%
	Formworks	Jeu 31/05/12	Sam 02/06/12	0%
	Pouring Concrete	Lun 04/06/12	Mar 05/06/12	0%
	Stripping formwork	Mar 05/06/12	Mer 06/06/12	0%
slab	9.Concrete suspended	Mer 06/06/12	Jeu 14/06/12	0%
	precast install	Mer 06/06/12	Ven 08/06/12	0%
	Steel Fixing	Ven 08/06/12	Sam 09/06/12	0%
	Formworks	Sam 09/06/12	Mer 13/06/12	0%
	Pouring Concrete	Mer 13/06/12	Jeu 14/06/12	0%
	Mill building (concrete)	Mer 21/03/12	Mar 07/08/12	
	Mill building North plan Area	Mar 01/05/12	Ven 29/06/12	
	Excavation for footings	Mar 01/05/12	Jeu 10/05/12	100%
	Blinding	lundi 23 avril 2012	mardi 24 avril 2012	100%
	pour footings	Ven 11/05/12	Mar 15/05/12	100%
	pour coulumnns	Mer 16/05/12	Lun 04/06/12	100%
	pour suspended slab	Mar 05/06/12	Ven 22/06/12	100%
	pour the ground slab	Sam 23/06/12	Ven 29/06/12	100%
	Transformer plant	Ven 29/06/12	Ven 27/07/12	
	Excavation	Ven 29/06/12	Mar 03/07/12	0%
	Fixing steel	Mar 03/07/12	Lun 09/07/12	0%
plinth	Concrete for transformer	Lun 09/07/12	Jeu 12/07/12	0%

Concrete for slab	Lun 16/07/12	Mer 18/07/12	0%
Wall	Mer 18/07/12	Ven 27/07/12	0%
Drive in-sump	Ven 29/06/12	Ven 06/07/12	
excavation	Ven 29/06/12	Lun 02/07/12	0%
fixing steel	Lun 02/07/12	Mar 03/07/12	0%
pour concrete slab	Mar 03/07/12	Jeu 05/07/12	0%
wall	Jeu 05/07/12	Ven 06/07/12	0%
Mill building South area	Lun 18/06/12	Lun 09/07/12	
excavation footings	Lun 18/06/12	Lun 25/06/12	0%
pour footings	Mar 26/06/12	Lun 02/07/12	0%
pour slab	Mar 03/07/12	Lun 09/07/12	0%
Scat bunker	Lun 09/07/12	Mar 07/08/12	
Excavation	Lun 09/07/12	Ven 13/07/12	0%
fixing steel	Ven 13/07/12	Ven 20/07/12	0%
pour concrete slab	Ven 20/07/12	Lun 30/07/12	0%
wall	Lun 30/07/12	Mar 07/08/12	0%
Sag Mill building	Mer 21/03/12	Mar 26/06/12	
Excavation for footings	Ven 08/06/12	Jeu 14/06/12	0%
pour footings	Ven 15/06/12	Mer 20/06/12	0%
Pour the slab	Jeu 21/06/12	Mar 26/06/12	0%
Conveyor "CV001"	Mar 15/05/12	Mar 03/07/12	
Excavation	Mar 15/05/12	Ven 25/05/12	70%
pour footings	Sam 26/05/12	Ven 08/06/12	0%
Pour coulumns	Sam 09/06/12	Mar 03/07/12	0%
conveyor 131-cv-003 "CV003"	Mar 19/06/12	Ven 13/07/12	
Excavation	Mar 19/06/12	Ven 29/06/12	50%
Fixing steel	Lun 02/07/12	Lun 09/07/12	20%
Pour concrete	Mar 10/07/12	Ven 13/07/12	0%
135-Conveyor CV04/CV05	Ven 13/07/12	Ven 10/08/12	
Excavation footings	Ven 13/07/12	Jeu 19/07/12	0%
Fixing steel, formwork & pour "F1"	Ven 20/07/12	Mer 25/07/12	0%
Fixing steel, formwork & pour " F2 &F3 "	Jeu 26/07/12	Mar 31/07/12	0%
Fixing steel, formwork & pour " F4,...F8 "	Mer 01/08/12	Ven 10/08/12	0%
Recycle Cruching 135-c-001	Mer 25/04/12	Jeu 24/05/12	
Excavation for footings	Mer 25/04/12	Jeu 10/05/12	0%
Fix steel	Lun 30/04/12	Mer 16/05/12	0%
Pour concrete	Mer 09/05/12	Jeu 17/05/12	0%
Sump	Ven 18/05/12	Lun 21/05/12	0%
pour slab	Sam 19/05/12	Jeu 24/05/12	0%
120 - Primary Crushing	Mer 11/01/12	Sam 14/07/12	
Wall 2nd Level 1st Pour	Mer 11/01/12	Ven 06/04/12	
Steel Fixing	Mer 11/01/12	Mar 17/01/12	100%
Formworks	Mar 17/01/12	Jeu 19/01/12	100%
Pouring Concrete	Mer 04/04/12	Jeu 05/04/12	100%

Stripping formwork	Jeu 05/04/12	Ven 06/04/12	100%
Wall 2nd Level 2nd Pour	Ven 06/04/12	Ven 13/04/12	
Steel Fixing	Ven 06/04/12	Sam 07/04/12	100%
Formworks	Sam 07/04/12	Mer 11/04/12	100%
Pouring Concrete	Mer 11/04/12	Jeu 12/04/12	100%
Stripping formwork	Jeu 12/04/12	Ven 13/04/12	100%
Wall 2nd level 3rd Pour	Ven 13/04/12	Ven 20/04/12	
Steel Fixing	Ven 13/04/12	Sam 14/04/12	100%
Formworks	Sam 14/04/12	Mer 18/04/12	100%
Pouring Concrete	Mer 18/04/12	Jeu 19/04/12	100%
Stripping formwork	Jeu 19/04/12	Ven 20/04/12	100%
Suspended Slab N 01	Ven 20/04/12	Mer 09/05/12	
Formworks	Ven 20/04/12	Jeu 26/04/12	0%
Steel Fixing	Jeu 26/04/12	Lun 30/04/12	0%
Pouring Concrete	Lun 30/04/12	Mar 01/05/12	0%
Stripping formwork	Mar 01/05/12	Mer 09/05/12	0%
Wall 3rd Level 1st Pour	Mar 01/05/12	Mar 08/05/12	
Steel Fixing	Mar 01/05/12	Mer 02/05/12	0%
Formworks	Mer 02/05/12	Sam 05/05/12	0%
Pouring Concrete	Sam 05/05/12	Lun 07/05/12	0%
Stripping formwork	Lun 07/05/12	Mar 08/05/12	0%
Wall 3rd Level 2nd Pour	Lun 07/05/12	Lun 14/05/12	
Steel Fixing	Lun 07/05/12	Mar 08/05/12	0%
Formworks	Mar 08/05/12	Ven 11/05/12	0%
Pouring Concrete	Ven 11/05/12	Sam 12/05/12	0%
Stripping formwork	Sam 12/05/12	Lun 14/05/12	0%
Suspended Slab N 02	Lun 14/05/12	Ven 01/06/12	
Formworks	Lun 14/05/12	Sam 19/05/12	0%
Steel Fixing	Sam 19/05/12	Ven 25/05/12	0%
Pouring Concrete	Sam 26/05/12	Lun 28/05/12	0%
Stripping formwork	Lun 28/05/12	Ven 01/06/12	0%
Wall 4th Level 1st Pour	Lun 28/05/12	Jeu 07/06/12	
Steel Fixing	Lun 28/05/12	Mar 29/05/12	0%
Formworks	Mar 29/05/12	Lun 04/06/12	0%
Pouring Concrete	Lun 04/06/12	Mer 06/06/12	0%
Stripping formwork	Mer 06/06/12	Jeu 07/06/12	0%
Wall 5th Level 1st Pour	Mer 06/06/12	Sam 16/06/12	
Steel Fixing	Mer 06/06/12	Ven 08/06/12	0%
Formworks	Ven 08/06/12	Mer 13/06/12	0%
Pouring Concrete	Mer 13/06/12	Ven 15/06/12	0%
Stripping formwork	Ven 15/06/12	Sam 16/06/12	0%
Wall 6th Level 1st Pour	Ven 15/06/12	Mar 26/06/12	
Steel Fixing	Ven 15/06/12	Lun 18/06/12	0%
Formworks	Lun 18/06/12	Ven 22/06/12	0%
Pouring Concrete	Ven 22/06/12	Lun 25/06/12	0%

Stripping formwork	Lun 25/06/12	Mar 26/06/12	0%
Wall 6th Level 2nd Pour	Lun 25/06/12	Jeu 05/07/12	
Steel Fixing	Lun 25/06/12	Mer 27/06/12	0%
Formworks	Mer 27/06/12	Lun 02/07/12	0%
Pouring Concrete	Lun 02/07/12	Mer 04/07/12	0%
Stripping formwork	Mer 04/07/12	Jeu 05/07/12	0%
Wall 7th Level 1st Pour	Mer 04/07/12	Sam 14/07/12	
Steel Fixing	Mer 04/07/12	Ven 06/07/12	0%
Formworks	Ven 06/07/12	Mer 11/07/12	0%
Pouring Concrete	Mer 11/07/12	Ven 13/07/12	0%
Stripping formwork	Ven 13/07/12	Sam 14/07/12	0%
230 - Water Services	Lun 30/04/12	Jeu 19/07/12	
Footings	Lun 30/04/12	Mar 05/06/12	
Excavation	Lun 30/04/12	Mar 05/06/12	0%
Fixing Steel	Dim 06/05/12	Ven 11/05/12	0%
Pouring Concrete	Sam 12/05/12	Mar 15/05/12	0%
Process water pumps plinths	Lun 07/05/12	Mar 12/06/12	
Excavation	Lun 07/05/12	Mar 12/06/12	0%
Fixing Steel	Lun 14/05/12	Jeu 17/05/12	0%
Pouring Concrete	Ven 18/05/12	Ven 25/05/12	0%
Ring Beam for the Tank	Lun 07/05/12	Mer 16/05/12	
Excavation	Lun 07/05/12	Mar 08/05/12	0%
Fixing Steel	Mer 09/05/12	Ven 11/05/12	0%
Pouring Concrete	Ven 11/05/12	Mer 16/05/12	0%
Sump	Ven 18/05/12	Ven 25/05/12	
Excavation	Ven 18/05/12	Lun 21/05/12	0%
Fixing Steel	Mar 22/05/12	Jeu 24/05/12	0%
Pouring Concrete	Ven 25/05/12	Ven 25/05/12	0%
Slab	Mer 23/05/12	Sam 02/06/12	
Excavation	Mer 23/05/12	Sam 26/05/12	0%
Fixing Steel	Sam 26/05/12	Mer 30/05/12	0%
Pouring Concrete	Jeu 31/05/12	Sam 02/06/12	0%
Water services slab	Sam 26/05/12	Mer 20/06/12	
excavation	Sam 26/05/12	Ven 01/06/12	0%
fixing steel	Ven 01/06/12	Mer 06/06/12	0%
pour concrete slab	Mer 06/06/12	Jeu 07/06/12	0%
fix steel wall	Ven 08/06/12	Lun 11/06/12	0%
form work for the wall	Lun 11/06/12	Mar 19/06/12	0%
pour concrete	Mar 19/06/12	Mer 20/06/12	0%
water services Event pond pipe & jetty foundation	Lun 04/06/12	Lun 25/06/12	
excavation	Lun 04/06/12	Lun 11/06/12	0%
fixing steel for footings	Lun 11/06/12	Mar 19/06/12	0%
Pour footings	Mar 19/06/12	Lun 25/06/12	0%
water services Piperack	Mar 12/06/12	Jeu 19/07/12	

Excavation	Mar 12/06/12	Lun 02/07/12	0%
fixing steel	Mar 19/06/12	Jeu 12/07/12	0%
pour concrete footings	Ven 22/06/12	Mar 17/07/12	0%
pour concrete slab	Jeu 28/06/12	Jeu 19/07/12	0%
350 - Plant Buildings	Mar 20/03/12	Sam 11/08/12	
Reagents Store	Mar 20/03/12	Ven 23/03/12	
Reagents Bulk Storage Concrete	Mar 20/03/12	Ven 23/03/12	85%
Workshop / Stores Building	Lun 16/04/12	Mer 09/05/12	
Blinding for footings	Lun 16/04/12	Lun 16/04/12	100%
Steel fixing for footings	Mar 17/04/12	Ven 20/04/12	100%
Pouring Concrete footings	Lun 23/04/12	Mar 24/04/12	100%
Formworks for Pedestals	Mer 25/04/12	Sam 28/04/12	40%
Pouring Concrete for Pedestals	Dim 29/04/12	Mer 02/05/12	35%
Concrete Slab	Jeu 03/05/12	Mer 09/05/12	0%
Main Plant Substation	Dim 29/04/12	Jeu 31/05/12	
Excavation	Dim 29/04/12	Mer 09/05/12	100%
Pour footings	Jeu 10/05/12	Ven 18/05/12	100%
Pedestals	Sam 19/05/12	Sam 26/05/12	0%
Pour slab	Lun 28/05/12	Jeu 31/05/12	0%
Plant Office	Jeu 12/07/12	Sam 11/08/12	
Plant Office Concrete	Jeu 12/07/12	Sam 11/08/12	0%
Lime Storage Shed	Jeu 05/04/12	Sam 28/04/12	
Ramp 1	Mar 17/04/12	Mer 25/04/12	100%
Ramp 2	Jeu 05/04/12	Lun 09/04/12	100%
Walls	Ven 13/04/12	Sam 28/04/12	100%
131 - Reclaim Chamber& CV03	Ven 10/02/12	Ven 03/08/12	
Base Raft	Ven 10/02/12	Mar 10/04/12	100%
Wall 1st Elevation 1st Pour	Mer 04/04/12	Jeu 12/04/12	
Steel Fixing	Mer 04/04/12	Jeu 12/04/12	100%
Formworks	Jeu 05/04/12	Sam 07/04/12	100%
Pouring Concrete	Lun 09/04/12	Lun 09/04/12	100%
Stripping formwork	Mar 10/04/12	Mer 11/04/12	100%
Wall 1st Elevation 2nd Pour	Ven 06/04/12	Ven 20/04/12	
Steel Fixing	Ven 06/04/12	Sam 07/04/12	100%
Formworks	Lun 09/04/12	Mar 17/04/12	100%
Pouring Concrete	Mer 18/04/12	Mer 18/04/12	100%
Stripping formwork	Jeu 19/04/12	Ven 20/04/12	100%
Wall 1st Elevation 3rd Pour	Sam 07/04/12	Sam 28/04/12	
Steel Fixing	Sam 07/04/12	Lun 09/04/12	100%
Formworks	Mar 10/04/12	Lun 23/04/12	100%
Pouring Concrete	Mar 24/04/12	Mar 24/04/12	100%
Stripping formwork	Mer 25/04/12	Jeu 26/04/12	100%
Wall 1st Elevation 4th Pour	Mar 10/04/12	Sam 28/04/12	
Steel Fixing	Mar 10/04/12	Ven 13/04/12	100%
Formworks	Sam 14/04/12	Lun 23/04/12	100%

Pouring Concrete	Mar 24/04/12	Mar 24/04/12	100%
Stripping formwork	Jeu 26/04/12	Sam 28/04/12	100%
Suspended Slab	Lun 30/04/12	Jeu 07/06/12	
Scaffolds	Lun 30/04/12	Sam 05/05/12	85%
Steel Fixing	Lun 07/05/12	Jeu 10/05/12	0%
Formworks	Ven 11/05/12	Sam 12/05/12	0%
Pouring Concrete	Lun 14/05/12	Lun 14/05/12	0%
Stripping formwork	Mar 15/05/12	Jeu 31/05/12	0%
Dismantle Scaffolds	Ven 01/06/12	Jeu 07/06/12	0%
Wall 2nd Elevation (6th Pour)	Sam 19/05/12	Mar 29/05/12	
Formworks	Sam 19/05/12	Jeu 24/05/12	0%
Steel Fixing	Ven 25/05/12	Sam 26/05/12	0%
Pouring Concrete	Lun 28/05/12	Lun 28/05/12	0%
Stripping formwork	Mar 29/05/12	Mar 29/05/12	0%
Wall 2nd Elevation (7th Pour)	Mar 10/04/12	Ven 03/08/12	
Steel Fixing	Mer 30/05/12	Ven 01/06/12	0%
Formworks	Sam 02/06/12	Sam 09/06/12	0%
Pouring Concrete	Lun 11/06/12	Lun 11/06/12	0%
Stripping formwork	Mar 12/06/12	Ven 15/06/12	0%
Wall 2nd Elevation (8th Pour)	Ven 08/06/12	Sam 23/06/12	
Steel Fixing	Ven 08/06/12	Lun 11/06/12	0%
Formworks	Mar 12/06/12	Mer 20/06/12	0%
Pouring Concrete	Jeu 21/06/12	Jeu 21/06/12	0%
Stripping formwork	Ven 22/06/12	Sam 23/06/12	0%
Wall 2nd Elevation (9th Pour)	Mar 26/06/12	Mer 25/07/12	
Precast			
Precast Concrete	Mar 26/06/12	Sam 30/06/12	0%
Steel Fixing	Lun 02/07/12	Jeu 05/07/12	0%
Formworks	Ven 06/07/12	Mar 10/07/12	0%
Pouring Concrete	Mer 11/07/12	Jeu 19/07/12	0%
Stripping formwork	Ven 20/07/12	Mer 25/07/12	0%
Steel Plate Arch Tunnel	Mar 10/04/12	Ven 03/08/12	
Structure			
Erecting	Mar 10/04/12	Ven 01/06/12	0%
Wing 1 Concrete Pour	Lun 04/06/12	Sam 07/07/12	0%
Wing 2 Concrete Pour	Ven 06/07/12	Ven 03/08/12	0%
210 - Reagents			
Reagents Area Concrete	Jeu 05/07/12	Sam 04/08/12	0%
140 - Screening/Tails Pumping	Dim 05/08/12	Dim 26/08/12	
Screening Facility Concrete	Dim 05/08/12	Dim 26/08/12	0%
250 - Air Services	Lun 30/07/12	Jeu 16/08/12	
Compressed Air	Lun 30/07/12	Jeu 16/08/12	
Concrete Compressed Air Facility	Lun 30/07/12	Jeu 16/08/12	0%
170 - Elution	Lun 25/06/12	Sam 28/07/12	
Footings	Lun 25/06/12	Mer 11/07/12	0%
Pedestals	Mer 11/07/12	Jeu 19/07/12	0%

Slab	Jeu 19/07/12	Sam 28/07/12	0%
180 - Gold room	Mar 15/05/12	Mar 17/07/12	
Solution Tanks	Mar 15/05/12	Mar 17/07/12	
Steel Fixing for the Slab	Lun 25/06/12	Mer 27/06/12	0%
Concrete Slab	Jeu 28/06/12	Sam 30/06/12	0%
Steel fixing for Wall	Lun 02/07/12	Jeu 05/07/12	0%
Formworks	Ven 06/07/12	Jeu 12/07/12	0%
Pouring Concrete Wall	Ven 13/07/12	Mar 17/07/12	0%
Building Concrete	Mar 15/05/12	Mer 20/06/12	
Footings	Mar 15/05/12	Jeu 31/05/12	0%
Pedestals	Ven 01/06/12	Mer 13/06/12	0%
Slab	Jeu 14/06/12	Mer 20/06/12	0%
210-Reagent 210-c-001	Mar 05/06/12	Mer 04/07/12	
Excavation	Mar 05/06/12	Mer 06/06/12	0%
Fixing steel	Jeu 07/06/12	Jeu 07/06/12	0%
pour concrete	Ven 08/06/12	Lun 11/06/12	0%
formwork for pedestal	Mar 12/06/12	Mar 12/06/12	0%
pour pedestal	Mer 13/06/12	Jeu 14/06/12	0%
excavation for the tanks	Ven 15/06/12	Lun 18/06/12	0%
fix the steel for the tanks	Mar 19/06/12	Lun 25/06/12	0%
form work for the tanks	Mar 26/06/12	Mer 27/06/12	0%
pour concrete for the tanks	Mar 26/06/12	Jeu 28/06/12	0%
Pour concrete for slab	Lun 02/07/12	Mer 04/07/12	0%