



MANAGEMENT DU PROJET DE CONSTRUCTION DE LA LIGNE HTA 30 KV MINDOULI /MISSAFOU/KINKALA (CONGO)

MEMOIRE POUR L'OBTENTION DU
MASTER D'INGENIERIE DE L'EAU ET DE L'ENVIRONNEMENT
OPTION : ENERGIE ET PROCEDES INDUSTRIELS

Présenté et soutenu publiquement le 20 Juin 2013 par

Mohamed dit Mahamadou MAIGA

Travaux dirigés par : **Mr. Ahmed O. BAGRE**, Enseignant-Chercheur CCR-EHD, 2iE
Mr. Thierry PICHON, Chef de Département Infrastructures de
Réseaux, Bouygues Energies & Services Congo

Jury d'évaluation du stage :

Présidente : **Dr. Diane SATY KOUAME**

Membres et correcteurs : **Mr Justin BASSOLE**
Mr Henri KOTTIN

Promotion [2012/2013]

DEDICACE

Gloire à Allah Le Tout Puissant, L'Omnipotent qui m'auras soutenu et guidé durant toutes ces années.

*A Mon Défunt Père,
Feu Badara Aly MAIGA*

A Ma Mère Bintou DOUCOURE

A Mes Sœurs, Fatoumata MAIGA, Nana MAIGA,

A mes Amis.

REMERCIEMENTS

Mes premiers remerciements vont à l'endroit de mes professeurs de 2iE, Pr Yezouma COULIBALY, Mr Ahmed O. BAGRE, Dr. Yao AZOUMAH, Dr Sayon SIDIBE, Mr DJIM DOUMBE DAMBA, Mr Amadou BOUREIMA, Mr Frédérique TRAORE qui par la qualité de leur enseignement et leur rigueur ont toujours inculqué le goût du travail.

Mes pensées vont également à l'endroit de la société Bouygues Energie & Services Congo. Je remercie chaleureusement son Directeur Général, Monsieur Damien RICHARD et Monsieur Thierry PICHON, Chef du Département Infrastructures de Réseaux sous la direction duquel j'ai effectué ce stage. J'ai une pensée pour l'ensemble du personnel de la société, en général et à Messieurs Charles Le Bris et Gérald TETEREL en particulier. Je les remercie pour leur accueil et pour leurs réponses à mes nombreuses sollicitations durant toute la période de stage.

Je ne saurais terminer sans avoir une pensée affectueuse à l'endroit de tous mes camarades de Master 2 Energie 2012-2013 de 2iE.

Je remercie chaleureusement mon beau-frère, Monsieur Amadou KONE pour avoir été mon tuteur durant ces deux dernières années du cycle Master et je tiens à lui témoigner toute ma gratitude.

Que tous ceux qui m'auront soutenu, de près ou de loin et dont les noms n'auraient pas été cités trouvent en ces quelques mots l'expression de mes sincères remerciements.

RESUME

Une planification et le pilotage de la phase d'exécution du projet de construction de la ligne HTA de 30 kV Mindouli/Missafou/Kinkala a été réalisée en tenant compte de certains facteurs tels que la réorientation du choix du support. Après une revue de l'état de l'art en matière de gestion des projets, nous avons présenté l'offre technique suivie de l'estimation des ressources et du parc matériel nécessaire à l'exécution du projet. Cette estimation sera suivie de l'élaboration d'un planning d'exécution et de l'évaluation de la marge bénéficiaire projetée fin de chantier que nous avons estimée à 32%.

Mots-clés : Marge, planning, planification, projet, ressources

ABSTRACT

Planning and management of the implementation phase of construction of the 30 kV HV line Mindouli/Missafou/Kinkala was performed taking into account factors such as the reorientation of the choice of support. After reviewing the state of the art in project management, we presented the technical bid followed by the estimation of resources and need of park for the project. This estimation will be followed by the development of a schedule for implementation and evaluation of the projected profit marginal the end of the project which we estimated 32%.

Keywords: Marge, planning, planning, project resources

LISTE DES ABREVIATIONS

ADM	: Arrow Diagramm Method
ASE	: Agent de Sécurité Environnement
EPI	: Equipement de Protection Individuel
M.B	: Marge Brute
M.O	: Main d'œuvre
N.R	: Niveau de Risque
PDM	: Precedence Diagramm Metho
Pr.O	: Probabilité d'occurrence
RAD	: Reste A Dépenser
SDP	: Structure de Découpage du Projet
SHP	: Sodium à Haute Pression
SNE	: Société Nationale d'Electricité
WBS	: Work Breakdown Structure

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Organigramme de Bouygues E&S	4
Figure 2:Exemple de SDP	7
Figure 3: Une illustration de la Méthode PERT	8
Figure 4:Exemple de réseau PDM	9
Figure 5 : Cartographie du Pool	13
Figure 6 : Schéma synoptique de la distribution BTA Missafou	15
Figure 7: SDP de notre projet	16
Figure 8: silhouette de pylônes	21
Figure 9 : Planning des activités	25
Figure 10 : Planning des ressources.....	26
Figure 11:Planning du parc.....	27
Figure 12:Histogramme des dépenses et activités	29
Figure 13:Histogramme des activités par rapport aux dépenses à la date d'état	30
Figure 14:Evolution des dépenses par rapport aux activités	31
Figure 15:Evolution de la marge brute	32

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1:Ordonancement des tâches.....	17
Tableau 2:Tableau récapitulatif de la fourniture BTA	20
Tableau 3:Tableau récapitulatif de la fourniture pour la ligne	22
Tableau 4:Recapicatif de la main d'œuvre	23
Tableau 5:Etat du besoin en parc	24
Tableau 6: Etat des activités réalisées par rapport aux prévisions	28
Tableau 7:Etat des dépenses par rapport aux activités	29
Tableau 8:Etat prévisionnel des dépenses et activités.....	30
Tableau 9:Etat des finances projeté fin de chantier.....	32
Tableau 10:Etat des aptitudes requises pour l'assemblage	33
Tableau 11:Etat des aptitudes requises pour le levage	34
Tableau 12:Plannification des risques.....	37

TABLE DES MATIERES

LISTE DES FIGURES	V
LISTE DES TABLEAUX	VI
INTRODUCTION GENERALE.....	1
1. Contexte du sujet.....	1
2. Problématique :	1
3. Objectifs	2
4. Méthodologie	2
5. Présentation de l'entreprise	3
CHAPITRE I : ETAT DE L'ART.....	6
I. PLANIFICATION DE PROJET.....	6
CHAPITRE II : PLANNIFICATION ET PILOTAGE.....	12
I. PRESENTATION GENERALE DU PROJET.....	12
II. OFFRE TECHNIQUE.....	13
III. PLANIFICATION	16
III.1. La Structure de découpage du projet (SDP)	16
III.2. Ordonnancement des taches	17
III.3. Estimation des ressources	18
III.3.1 Chiffrage de la fourniture	18
III.3.1.1. Réseau BTA de Missafou	19
III.3.1.2. Ligne HTA Mindouli-Kinkala	21
III.3.2 Moyens humains	23
III.3.3 Le parc matériel	23
III.4. L'échéancier-GANTT	24
III.4.1 Planning des activités	24
III.4.2 Plannings des ressources	26
III.4.3 Planning du parc	27
IV. GESTION FINANCIERE	28
IV.1. Situation à la date d'état	28
IV.1.1. Comparaison activités prévisionnelles et réalisées à la date d'état :	28
IV.1.2. Evaluation des activités par rapport aux dépenses.....	29
IV.2. Projection fin de chantier.....	30
IV.2.1. Evolution des dépenses et des activités.....	30
IV.2.2. Suivi de la marge brute	31
V. REGLES D'HYGIENE ET DE SECURITE ENVIRONNEMENTALE.....	33

V.1. Règle relative à l’habilitation pour assemblage	33
V.2. Règles relatives à l’assemblage et levage.....	34
V.3. Règles relatives aux travaux en hauteur	35
V.4. Règles relatives au déroulage des câbles.....	35
VI. MANAGEMENT DES RISQUES.....	36
CONCLUSION	38
BIBLIOGRAPHIE	40
ANNEXE	42

INTRODUCTION GENERALE

1. Contexte du sujet

Depuis le début des années 1990, la République du Congo, en général et le département du Pool en particulier ont connu une période de remous sociopolitiques qui ont engendré la destruction d'infrastructures de bases. Ainsi, à la faveur de la paix retrouvée, l'état Congolais a lancé un vaste programme de développement dit municipalisation avancée dont l'un des volets porte sur la construction d'infrastructures énergétiques avec pour objectif assigné un taux d'accès à l'énergie de 50% en 2015 et 75% en 2025¹.

La présente étude porte, dans le cadre de la municipalisation du département du Pool, sur la gestion de la phase d'exécution du projet de construction de la ligne 30 kV sur 65 km entre Mindouli et Kinkala, avec une dérivation sur le village de Missafou où sera construit un réseau BTA de 4 km.

Pour mieux planifier et piloter ledit projet, nous avons au préalable effectué une brève revue de l'état de l'art en matière de management de projet dans sa généralité en nous appesantissant sur l'aspect financier.

Ensuite, dans une seconde partie nous effectuerons la planification de la phase d'exécution comprenant l'étude de prix de la fourniture, l'élaboration du planning et un suivi financier de la marge bénéficiaire projetée en fin de chantier et ce à partir du dossier de transfert².

Enfin, nous terminerons par l'intégration d'une procédure de règles d'hygiènes, de sécurité et environnement (HSE) à observer sur le chantier et le management des risques susceptibles d'affecter les contraintes du projet.

2. Problématique :

Dans cette étude, nous disposons du dossier dit de transfert émis par le département étude de prix. Ce dossier élaboré sur la base de l'offre de soumission, donc du devis, et de la commande émise par le client estime la marge bénéficiaire théorique projetée en fin de chantier. Cependant, cette commande prévoit les monopodes de 12 m comme type de support qui ne passent pas. Cela est dû, d'une part à la configuration du relief entre Mindouli et

¹ Document de Stratégie de Réduction de la Pauvreté (DSRP)

² Document chiffré (devis) transmis par le bureau d'étude au chargé d'affaire après attribution du marché et contenant les détails de la commande émise par le client.

Kinkala, et de l'autre, au type d'armements des monopodes ne prévoyant pas de chevalet pour câble de garde. Au vue de ces handicaps, une réorientation de l'offre technique fût faite avec cette fois les pylônes treillis de type « H1 » comme support sans que la commande ne soit modifiée, donc sans plus-value.

Ainsi, un certain nombre de questions se sont posées à nous :

- Comment planifier avec des estimations au plus près de la réalité ?
- Comment trouver le compromis financier en passant des supports métalliques monopodes aux pylônes treillis tout en ayant en vue la marge nette, la commande étant déjà passée ?
- La marge bénéficiaire prévue dans le bouclage (dossier de transfert) est-elle tenable?
- Si non, comment réduire au minimum cet écart ?
- Le reste à dépenser (RAD) pour clore le chantier tient-t-il dans le déboursé estimé ? Sinon, quel poste de dépense faut-il optimiser pour que cela se fasse.
- Quelles règles d'hygiènes et sécurité environnement (HSE) faudra-t-il observer pendant l'exécution des travaux ?

3. Objectifs

Les objectifs de cette étude visent la gestion du contenu du projet c'est-à-dire planifier et piloter tout en ne perdant pas de vue la marge, donc de contrôler les dépenses. Par ailleurs, cette planification devra intégrer les règles d'Hygiène et de Sécurité Environnement (HSE) tout au long de l'exécution des travaux.

4. Méthodologie

Pour répondre aux multiples questions que soulève cette étude, nous avons agencé le travail comme suit :

- a. Un résumé de l'offre technique afin d'avoir une idée assez claire de la teneur des travaux qui vont avec ;
- b. La planification
 - La WBS,
 - Ordonnancement des taches

- Estimation des ressources
- Echancier de Gantt
- c. Suivi financier
- d. Règles d'Hygiène, Sécurité et Environnement (HSE)

5. Présentation de l'entreprise

Filiale du groupe Bouygues, Bouygues Energie & Services Congo précédemment ETDE Congo est spécialisée dans le transport et la distribution de l'énergie électrique, dans la production, le traitement et la distribution d'eau potable, mais aussi dans le secteur tertiaire où elle intervient entre autre dans la climatisation et froid industriel, les télécommunications et aussi des prestations Oil & Gaz. Disposant d'un capital de 100 millions FCFA, l'entreprise développe plusieurs activités dans le pays, essentiellement dans la gestion de réseaux électriques, avec notamment la réalisation et la gestion des réseaux d'approvisionnements et l'installation de l'éclairage public dans la ville de Brazzaville. Aussi, ETDE Congo réalisa la réhabilitation de la ligne de transport 220 kV entre Pointe Noire et Brazzaville ainsi que la construction des postes de transformation situés entre les deux villes. Ce contrat est le plus important jamais réalisé par Bouygues Energies & Services à l'international.

- Organisation fonctionnelle

Avec un effectif de 325 employés, Bouygues Energie & Services S.A Congo met l'accent sur le contact interpersonnel et ce à quelque niveau de responsabilité que ce soit. Cela a pour effet de renforcer la cohésion et d'améliorer la productivité de chaque employé.

L'organisation de Bouygues Energie & Services se structure autour de :

- ✓ Un conseil d'administration ;
- ✓ Une Direction Générale ;
- ✓ Une Direction Administrative et Financière ;
- ✓ Une Direction d'Exploitation composée de différents départements dont le département Infrastructure de Réseaux au sein duquel nous avons effectué la présente étude ;
- ✓ L'agence de Pointe-Noire.

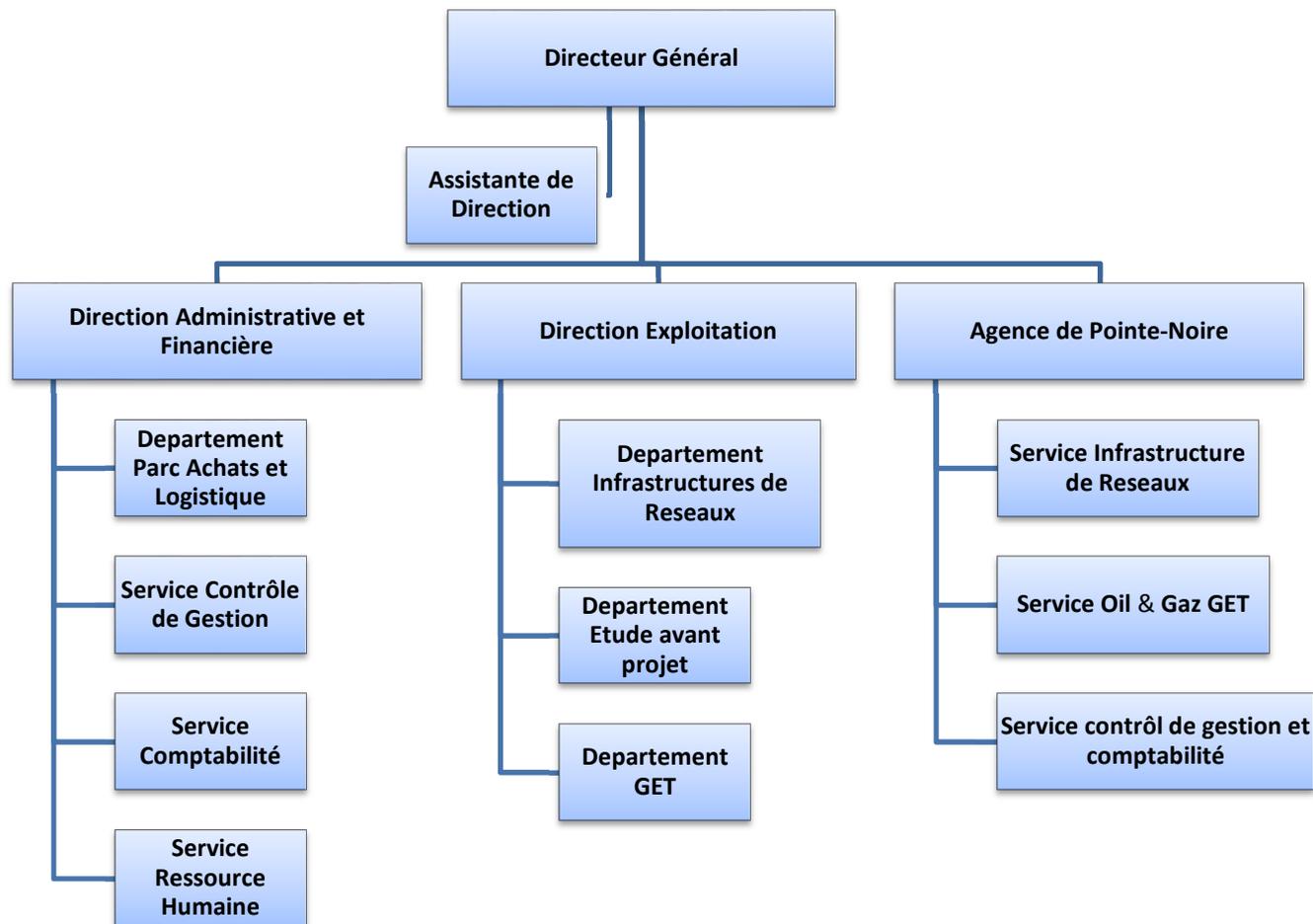


Figure 1 : Organigramme de Bouygues E&S

CHAPITRE I : ETAT DE L'ART

I. PLANIFICATION DE PROJET

L'art de la planification consiste à aligner et équilibrer un planning solide, des intervenants, une organisation, un fonctionnement et un pilotage réel de l'activité prévue pour tenir l'objectif. Elle part du développement de la structure de découpage du projet (SDP) qui est un plan des travaux à accomplir dans le projet à l'analyse des risques en passant par l'estimation des ressources.

I.1. Structure de découpage (SDP)

Aussi appelée WBS (Work Breakdown Structure), la structure de découpage du projet est l'agencement hiérarchique des tâches du projet et constitue un élément principal pour la construction du réseau. Ainsi les lots de travaux tirés de la SDP servent à établir les activités à inscrire dans le réseau. On les place par ordre de succession pour permettre une exécution logique du projet. Le concept de la SDP passe par :

- L'établissement d'une liste des livrables les plus importants ;
- La division de ces livrables en sous-ensembles si nécessaire
- Pour chaque livrable et sous-livrable, le listage des activités qui sont nécessaires à sa réalisation.

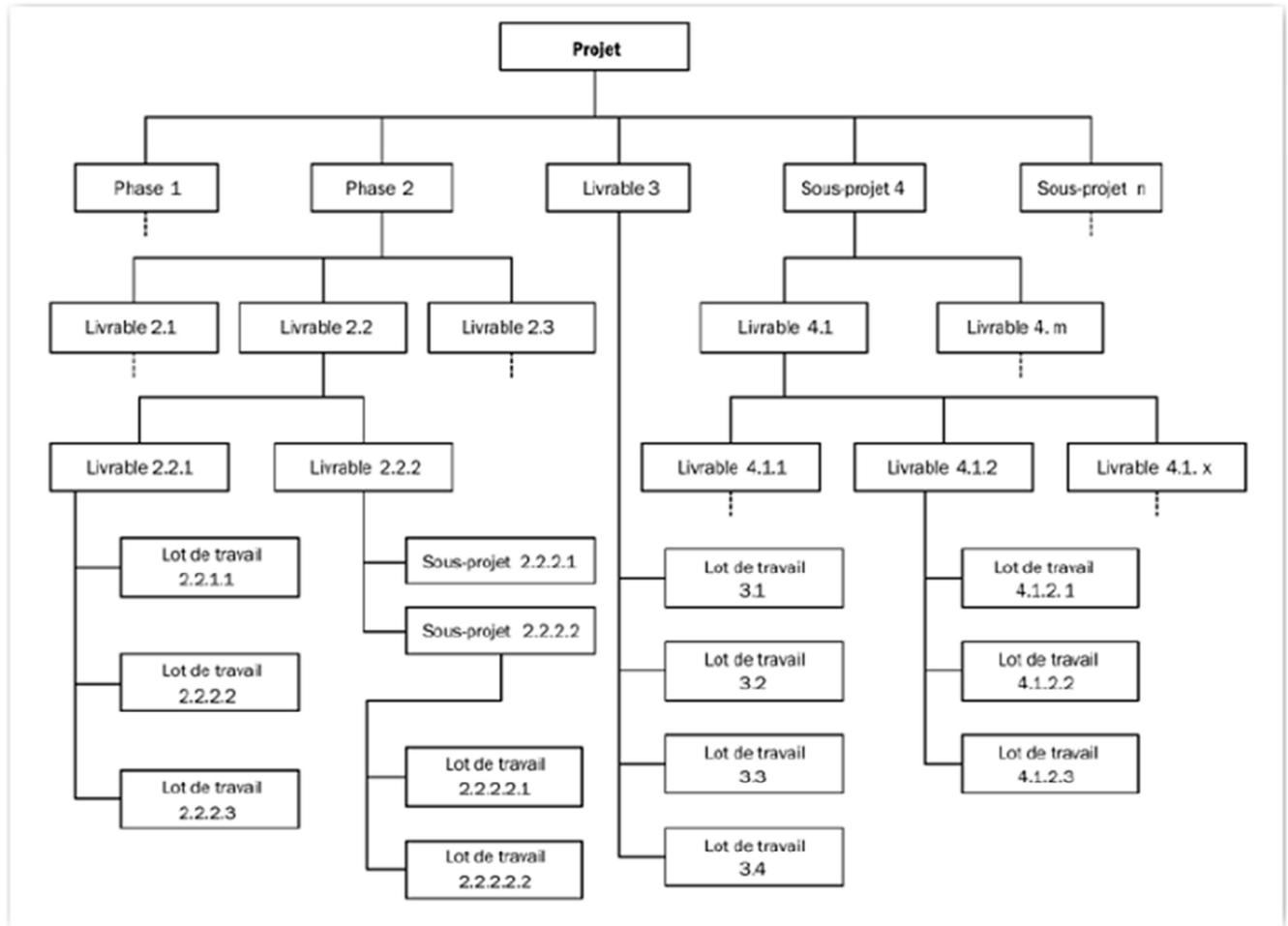


Figure 2:Exemple de SDP

1.2. Logiques de séquence

L'ordonnancement est l'élaboration d'un plan d'action permettant de déterminer les séquences ou au contraire les parallélismes possibles entre l'exécution des tâches précédemment identifiées. Chaque activité et chaque jalon, à l'exception des premiers et des derniers est lié à au moins un prédécesseur et un successeur.

Il peut être nécessaire de placer entre les activités un décalage avec avance ou avec retard, de façon à établir un échancier du projet réaliste et faisable. Pour procéder à l'ordonnancement des tâches, il faut, pour chaque tâche élémentaire, lister les tâches antérieures et sélectionner les seules tâches immédiatement antérieures. L'ordonnancement constitue un préalable à la construction du réseau logique, donc au tracé du diagramme de Gantt.

I.2.1. Notion de réseau

La construction du réseau logique est un préalable à la construction du diagramme de Gantt. Il prend en compte les contraintes d'enchaînement des activités du projet. Cependant, il existe plusieurs méthodes de construction de réseau logique dont les plus utilisées sont la méthode dite de PERT, des antécédents (PDM) et la méthode de diagramme fléché (ADM).

I.2.1.1. Méthode PERT

Cette technique estime en appliquant une moyenne pondérée d'estimations optimistes, pessimistes et très probables, lorsqu'une incertitude pèse sur les estimations des activités individuelles. Tombant en désuétude, cette méthode a pour principal défaut l'utilisation de «taches fictives » en rouge sur la figure ci-dessous.

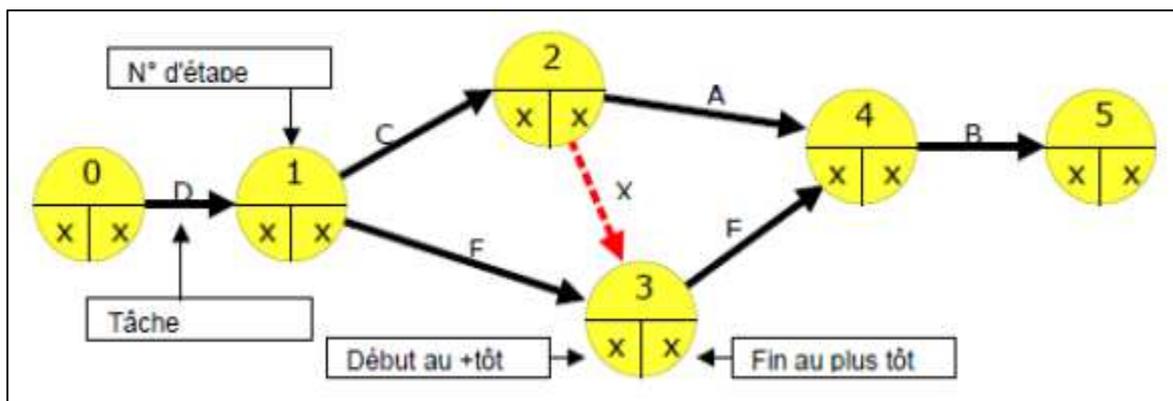


Figure 3: Une illustration de la Méthode PERT

I.2.2. Méthode des antécédents (PDM)

Technique de diagramme de réseau dans laquelle les activités de l'échéancier sont représentées par des rectangles (ou nœuds). Ainsi, dans le graphique, les activités sont reliées par un ou plusieurs liens logiques pour montrer la séquence dans laquelle elles doivent être réalisées.

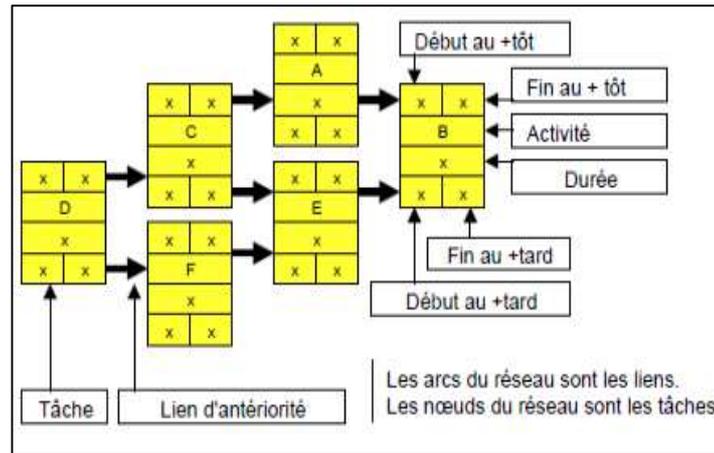


Figure 4:Exemple de réseau PDM

I.2.3. Méthodes de diagramme fléché (ADM)

Aussi appelée méthode de chemin critiques (CPM), cette méthode permet d'avoir une vision claire sur le temps total de réalisation du projet, sur les temps cédulés de début et de fin de chacune des activités. Aussi, elle permet d'identifier les activités critiques et devrait faire l'objet d'attention particulière de la part du chef de projet pour ne pas retarder le projet et de savoir combien de temps pourraient être réduites les activités « non critiques » avant de pouvoir retarder le projet.

I.3. Estimation des ressources

Estimer les ressources nécessaires aux activités est le processus qui consiste à définir le profil des personnes et à estimer leur nombre, le type et la quantité de matériels, d'équipement ou de fourniture, nécessaires à l'accomplissement de chaque activité.

I.4. Estimation les coûts

Elle consiste à l'estimation financière de l'ensemble du matériel, des fonds, de la machinerie, de la main d'œuvre ou toute autre chose devant être investie dans le projet. Autrement dit, c'est un processus qui consiste à calculer une approximation des ressources monétaires nécessaires à l'accomplissement des activités du projet. Elle comprend l'identification et la prise en compte de diverses possibilités d'établissement des coûts pour initier et achever le

projet. Dans le but d'atteindre un coût optimal, des compromis entre coûts et risques doivent être considérés.

Les coûts sont estimés pour toutes les ressources qui seront imputées au projet ainsi que pour des catégories spéciales telles qu'une marge de sécurité contre l'inflation ou une provision pour aléas sur le coût.

I.5. Budget du projet

Déterminer le budget est le processus qui consiste à cumuler les coûts estimés de chaque activité individuelle ou de chaque lot de travail de façon à établir une référence de base des coûts approuvés. En d'autres termes les estimations de coût ne constituent pas le budget. Elles n'en deviennent un que lorsqu'elles tiennent compte du découpage dans le temps.

I.6. Management des risques

Le management des risques est le processus qui consiste à définir les méthodes de conduite des activités de managements des risques d'un projet. Elle se résume en trois étapes principales que sont l'identification des risques, l'évaluation des risques et le développement des stratégies de réponse aux risques.

I.6.1. L'identification des risques

Cette étape de l'élaboration d'une liste de tous les risques susceptibles de compromettre le projet. A ce niveau une catégorisation est nécessaire et qui est classée comme suit :

- Enjeux et risques de gestion
- Enjeux et risques techniques
- Enjeux et risques financiers/ressources
- Enjeux et risques humains (conflits)
- Enjeux et risques Changements
- Enjeux et risques Externes

I.6.2. Analyse de risques

Cette étape correspond à l'évaluation des risques qui se matérialise par la probabilité d'apparition et les impacts sur les coûts, délais et performances du projet afin de calculer l'indice de criticité du risque en cause.

$$I_c = \textit{Probabilité} \times \textit{Impact}$$

Ces deux valeurs sont notées selon une échelle de cinq points.

Ainsi, l'analyse des scénarios est la technique la plus facile et la plus courante d'analyse des risques.

I.6.3. Planification de réponses

Cette étape consiste à développer des options et des actions permettant d'améliorer les opportunités et à réduire les menaces relatives aux objectifs du projet.

CHAPITRE II : PLANNIFICATION ET PILOTAGE

I. PRESENTATION GENERALE DU PROJET

I.1. Objectif

Dans la droite ligne de la politique de réduction de la pauvreté, l'objectif du présent projet est l'amélioration du taux d'accès à l'énergie au Congo en général et dans le département du Pool en particulier. Cependant, il permettra de renforcer les capacités de la SNE (Société Nationale d'Electricité) en matière d'offre énergétique par le raccordement de la ville de Kinkala, chef-lieu du département, au réseau national électrique et l'alimentation au passage du village de Missafou où un mini réseau BTA de 4000 m sera construit.

I.2. Résultats

A terme le projet permettra d'une part, au village de Missafou l'accès à l'électricité et de l'autre une desserte pérenne de l'électricité pour la ville de Kinkala où un réseau existe déjà et alimentée par une centrale électrique 2,16 MW.

I.3. Les contraintes

Le présent projet, comme tout autre, doit faire face aux habituelles contraintes inhérentes à tout projet que sont les contraintes financières, temporelles et les contraintes liées à la qualité.

- Contraintes liées au coût : naturellement liée à la commande, cette contrainte limite le budget du projet dans l'enveloppe définie dans le bouclage à savoir 4 116 298 121 F CFA H.T.
- Contraintes liées au temps : courant février 2014, le projet devra être bouclé et les principaux livrables réceptionnés.
- Contraintes liées à la qualité : Les livrables devront répondre aux normes et standard internationaux.

I.4. Présentation du site

Situées au sud de la République du Congo, les localités de Kinkala et Mindouli présentent d'une part, un relief assez accidenté avec de nombreux bas fond et ravins notamment sur le

tracé de la ligne, et de l'autre de la savane boisée comme végétation à l'instar du reste du pool.

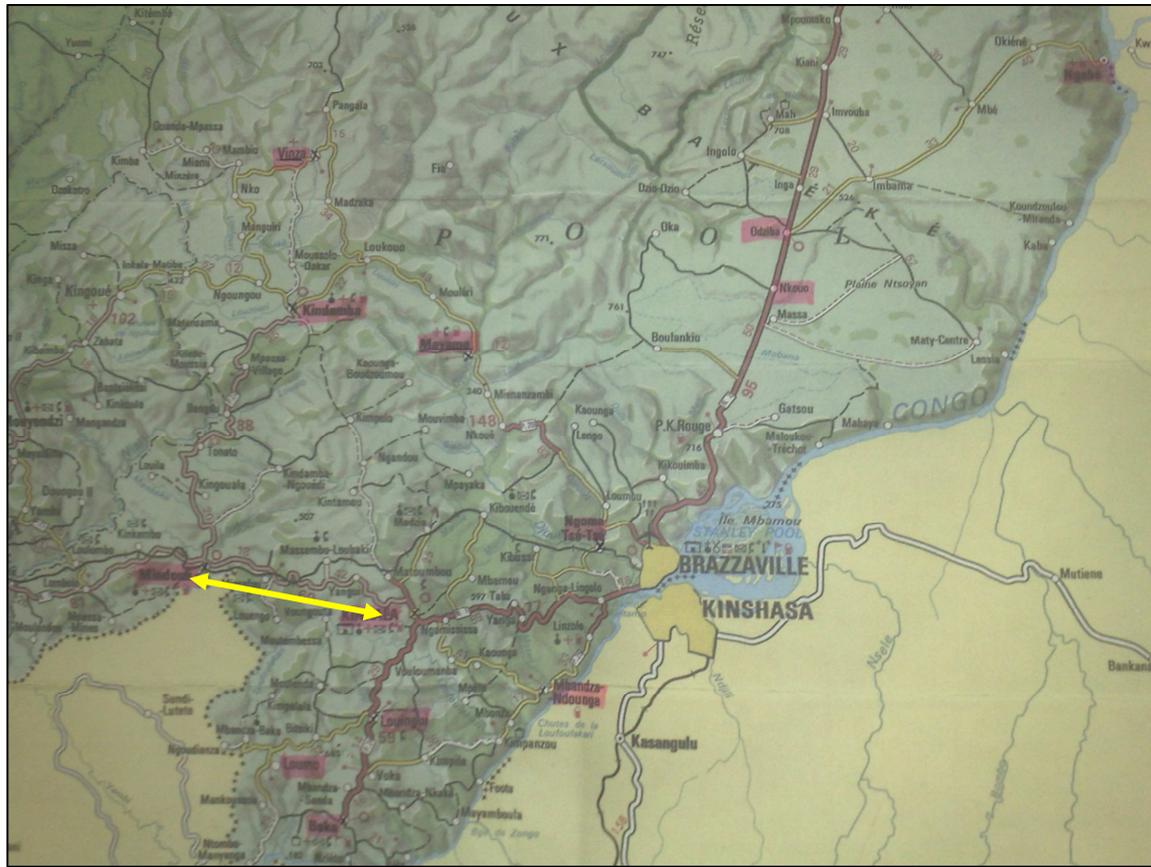


Figure 5 : Cartographie du Pool

II. OFFRE TECHNIQUE

Partant du poste THT de Mindouli vers Missafou et Kinkala, la ligne suivra sur 65 km le couloir de la ligne 220 kV Pointe-Noire-Brazzaville, pour desservir Kinkala où un poste 30/20kV-2x3,5 MVA sera construit (le lot Génie civil est exécuté par une autre entreprise).

Ainsi, les types de support retenu pour la construction de la ligne sont des pylônes treillis de type « H1 » avec une hauteur sous console allant de 10,1 à 18 m et avec du câble AAAC 148 mm² en phase et du ACSR PHLOX en 59,7 mm² pour le câble de garde. La ligne sera munie d'éclateurs au niveau de chaque pylône (6 en alignement et 12 en ancrage) et de parafoudre à chaque pylône d'arrêt (Mindouli, Missafou et Kinkala).

Aussi deux IACM 36 KV sont prévus à la dérivation de Missafou et au dernier pylône d'arrêt de Kinkala. Aussi, un poste MT/BT (31,5/0,4)-400 KVA sera posé à Missafou duquel partiront 4 km de réseau basse tension et la pose de 50 luminaires publics (25 Solaires et 25 SHP).

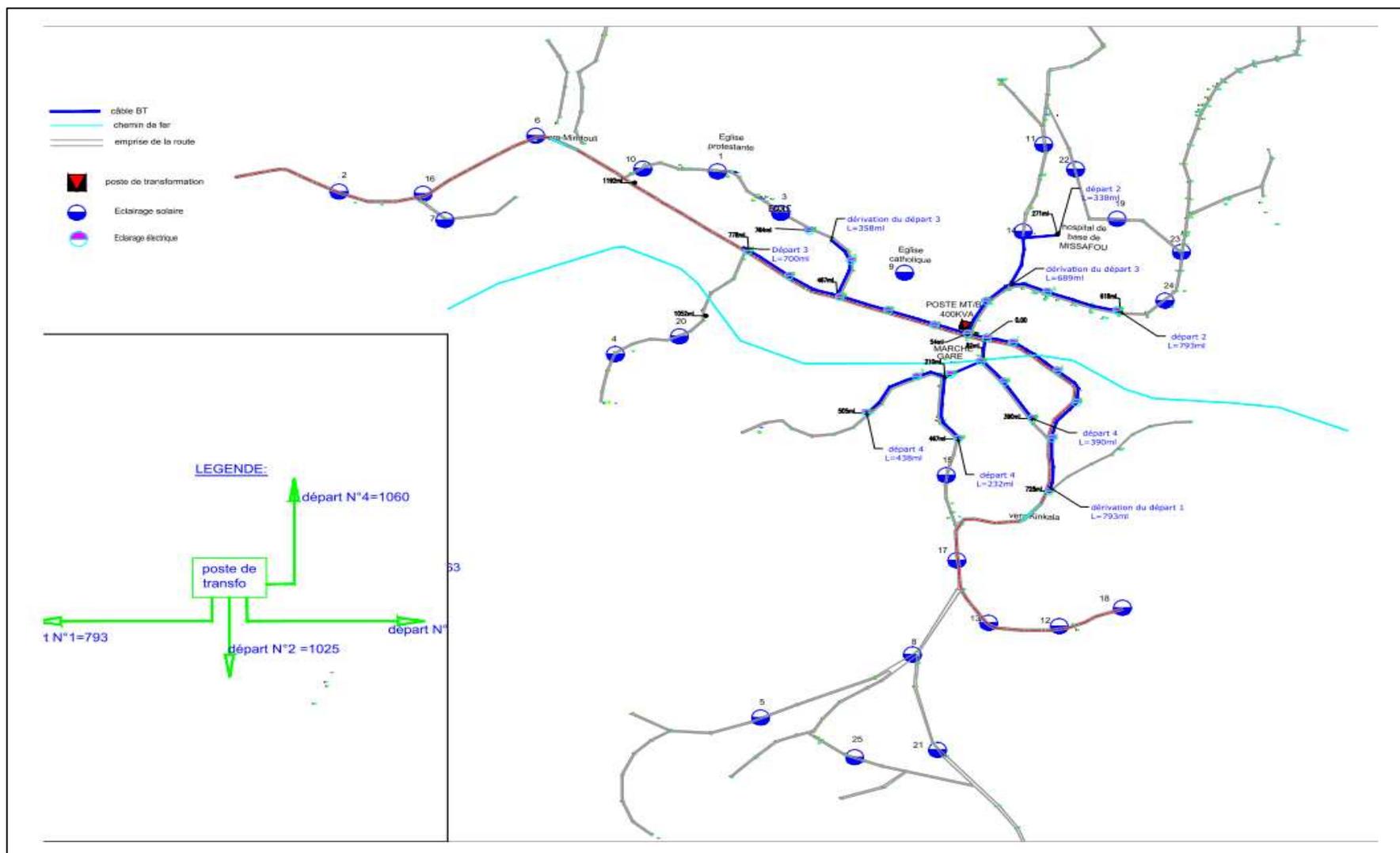


Figure 6 : Schéma synoptique de la distribution BTA Missafou

III. PLANIFICATION

III.1. La Structure de découpage du projet (SDP)

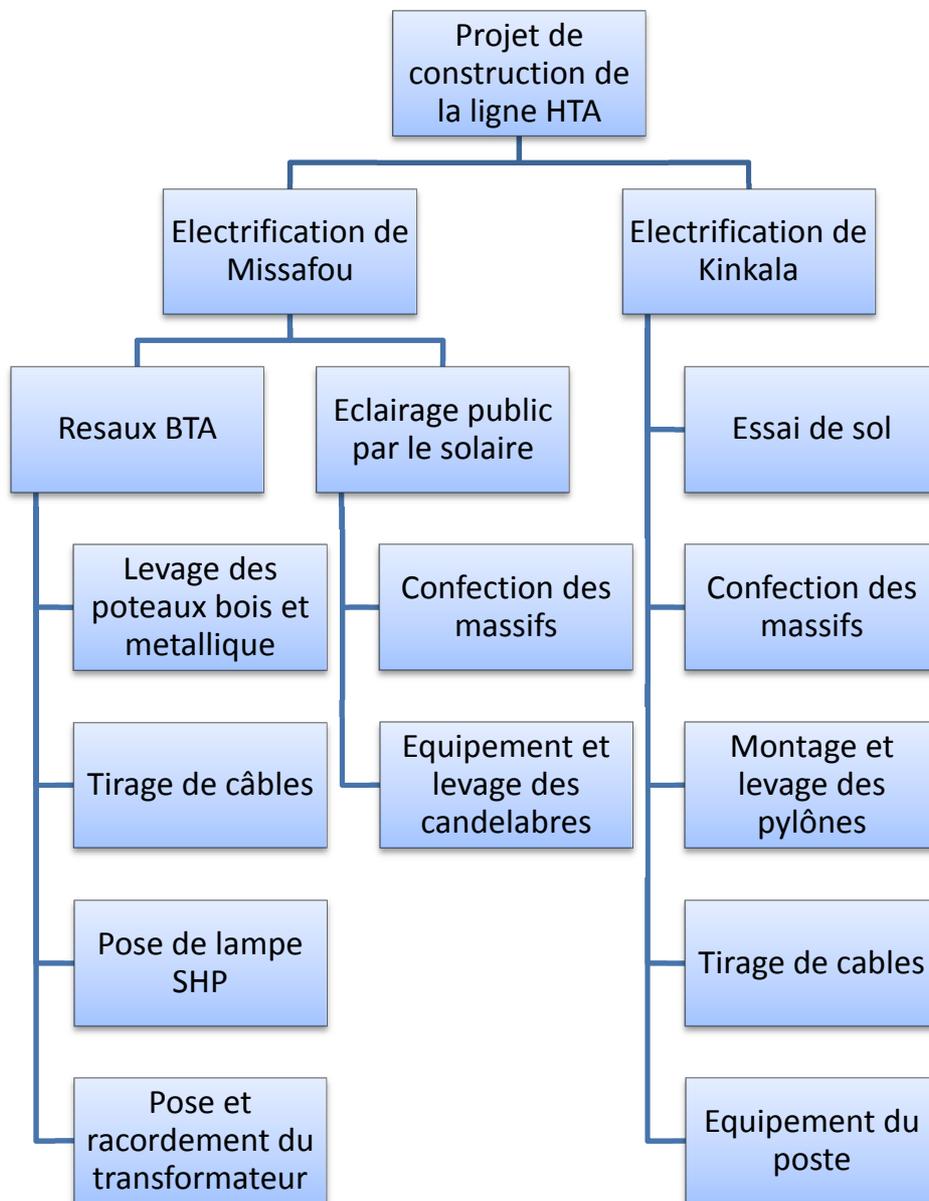


Figure 7: SDP de notre projet

III.2. Ordonancement des taches

Tableau 1:Ordonancement des tâches

	NOM DE LA TACHE	DUREE	PREDECESSEURS
1	Implantation	25 jours	
2	Essai de sol et analyse laboratoire	38 jours	1FD+7 jours
3	Livraison 1ere partie embase (70)/Par avion	40 jours	2DD
4	Confection des massifs 70	40 jours	3FD+4 jours
5	Livraison 2ème partie embases 100	82 jours	2DD
6	Confection des massifs 100	75 jours	4;5
7	1ère livraison pylônes (80)	90 jours	3DD
8	Montage et levage de pylônes (80)	30 jours	7
9	2eme Livraison de pylônes (90)	95 jours	7DD+15 jours
10	Montage et levage de pylônes (90)	30 jours	9;8
11	Livraison de câbles	95 jours	7DD
12	Déboisage	45 jours	11FD-20 jours
13	Déroulage de câble (28 cantons)	95 jours	12DD+30 jours
14	réglages (28 cantons)	50 jours	13DD+50 jours
15	mise sous pince	20 jours	14FD-15 jours
16	Pose IACM	5 jours	10
17	Pose des 2 transfos 3,5 MVA	10 jours	13FD-10 jours
18	pose et raccordement de cellule 36 kV	25 jours	17
19	BTA MISSAFOU	97 jours	
20	Fouilles	10 jours	1DD+5 jours
21	Levage et calage des supports bois	10 jours	20DD+4 jours
22	Levage et bétonnage des supports HN160	10 jours	21DD+5 jours
23	Déroulage torsadés	15 jours	22
24	Confection massifs pour candélabres solaire	10 jours	1
25	Equipement et levage des candélabres solaire	10 jours	24FD+5 jours
26	Pose du transformateur 30/0,4 kV	5 jours	1FD+70 jours

III.3. Estimation des ressources

III.3.1 Chiffrage de la fourniture

Nous effectuerons dans cette section une estimation de la fourniture du matériau à poser. Cette estimation, tiendra compte du prix d'achat mais aussi du coût du transport qui sera fonction d'un coefficient dit d'approche et aussi de l'incoterm considéré.

III.3.1.1. Réseau BTA de Missafou

La construction de réseaux électriques étant le cœur de métier de l'entreprise, certains consommables font l'objet d'approvisionnement continu au niveau du magasin vue leur consommation fréquente sur les chantiers et ne font par conséquent pas l'objet de commande particulière. Ainsi, pour le calcul de leurs coûts, nous ne tiendrons pas compte du coefficient d'approche et de l'incoterm puisque vendus au magasin de l'entreprise à Brazzaville et en TTC.

Tableau 2:Tableau récapitulatif de la fourniture BTA

	Désignation	Quantité	Unité	P.UNIT HT	P.TOTAL	Coefficient d'approche	INCOTERMS	Prix de revient
28	Support métallique de type HEA 160	13	U	158 086	2 055 118	1	N/C	2 055 118
29	Poteaux bois de 11 m	6	U	145 000	870 000	1	N/C	870 000
30	Poteaux bois de 8 m	94	U	130 000	12 220 000	1	N/C	12 220 000
31	Ensemble d'ancrage double EADS	10	U	8 591	85 910	1	N/C	85 910
32	Ensemble d'ancrage simple	20	U	8 000	160 000	1	N/C	160 000
33	Pince d'alignement	80	U	7 400	592 000	1	N/C	592 000
34	Lanterne sur poteaux	25	U	59 331	1 483 275	1	N/C	1 483 275
35	LAMPE SHP 250 W E40	25	U	6 048	151 200	1	N/C	151 200
36	Luminaire solaire complet 60 W	25	U	1 246 313	31 157 815	1	N/C	31 157 815
37	Poste préfabriqué type LR811-33KV/400	1	U	23 614 452	30 698 788	1	N/C	30 698 788
38	AL/XLPE/ALT/PE 3*240 ² 18/30 KV	30	ML	14 064	421 912	1	N/C	421 912
39	Câble torsadé 3*35+1*54,6+2*16 Alu	4	KM	1 582 168	6 328 673	1	N/C	6 328 673
40	Câble torsadé 4*16	0,5	KM	906 000	453 000	1	N/C	453 000
41	Câble 1*25 CuU1000 RO2V (Ras de terre)	0,2	KM	1 208 765	241 753	1	N/C	241 753
42	Câble 2*2,5 (luminaire 4ml*25)	0,1	KM	275 174	27 517	1	N/C	27 517
43	Boulonnerie et connecteurs		ff		2 500 000	1	N/C	2 500 000
TOTAL BTA MISSAFOU								86 946 961

III.3.1.2. Ligne HTA Mindouli-Kinkala

Nous présenterons dans cette section une évaluation financière des principales fournitures. A la différence du réseau BTA de Missafou, les principales fournitures de la ligne 30 kV font l'objet d'une commande particulière qui tiendra compte des coefficients d'approche couvrant les frais de douanes, de transit, du packaging et de l'incoterm à considérer dans le fret de la marchandise. Le tableau qui suit présente le résumé des équipements tenant compte des différents facteurs évoqués plus haut.

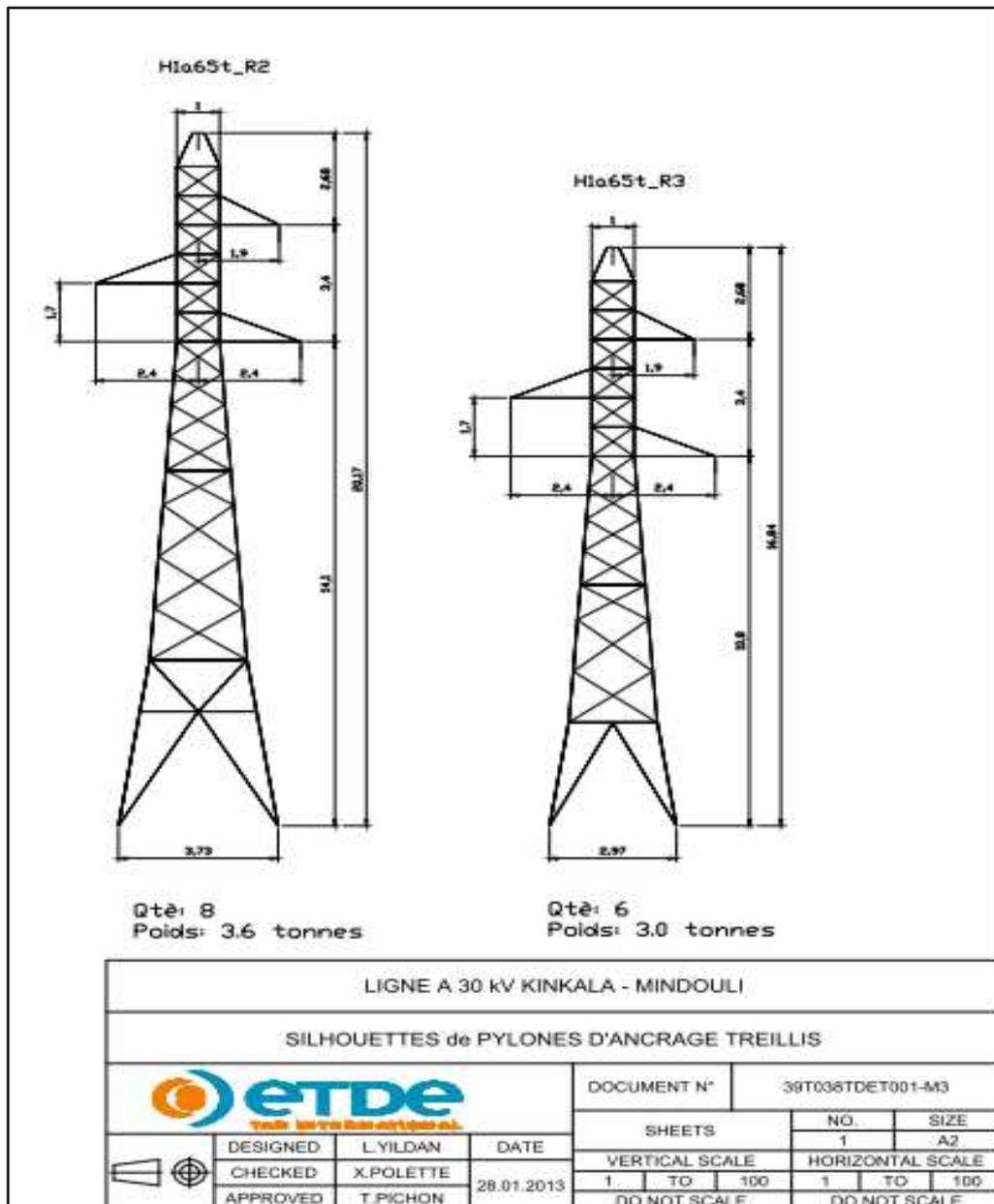


Figure 8: silhouette de pylônes

Tableau 3:Tableau récapitulatif de la fourniture pour la ligne

ITEM	Designation	Quantité	Unité	P.Unit HT	P.TOTAL	Coeff. D'approche	Incoterms	Prix de revient			
1	IACM	2	Unité	842 703	1 685 406	1,22	FCA	2 056 195			
2	Pylones mindouli	270	T	707 122	190 922 844	1,48	FOB	282 565 810			
3	Cable AAAC 148 ²	195000	ML	859	167 564 216	1,48	FOB	247 995 039			
4	ACSR PHLOX 59,7 ²	65000	ML	426	27 714 183	1,48	FOB	41 016 991			
5	AL/XLPE/ALT/PE 3*240 ² 18/30 KV	400	ML	14 064	5 625 487	1,48	FOB	8 325 721			
6	Parafoudre	3	U	1 115 127	3 345 381	1,3	FCA	4 348 995			
7	Chaîne d'alignement norme de 11 comprenant:			83 383 286		1,3	FCA	108 398 272			
8	1 etrier 14*70*120	450	U			1,3	FCA				
9	1 œillet OL40					1,3	FCA				
10	1 ball socket BS40					1,3	FCA				
11	1 pince de suspension pour almelec 148 mm ²					1,3	FCA				
12	Eclateurs au niveau des isolateurs (2 cornes)					1,3	FCA				
13	Chaîne d'ancrage norme de 16 comprenant:					1,3	FCA				
14	1 etrier 14*70*120	180	U			1,3	FCA				
15	1 œillet OR70					1,3	FCA				
16	1 ball socket BS 70					1,3	FCA				
17	1 manchon d'ancrage pour almelec 148 mm ²					1,3	FCA				
18	Eclateurs au niveau des isolateurs (2 cornes)					1,3	FCA				
19	Etrier 14*70*120					180	U		1,3	FCA	
20	Manchon de jonction aluminium de 240	30	U			1,3	FCA				
21	Isolateur 1508 BF 110 40 KN pour cahine d'alignement:3 par chaîne	1350	U			12 000	16 200 000		1,3	FCA	21 060 000
22	Isolateur F70 KN pour chaîne d'ancrage :4 par chaîne	720	U			12 000	8 640 000		1,3	FCA	11 232 000
23	Rame de cellules 36 kV, 400 A, 16 KA équipé	1	U	77 009 352	77 009 352	1,4	FCA	107 813 093			
26	Transformateurs 3,5 MVA	2	U	32 771 612	65 543 223	1,4	FCA	91 760 513			
TOTAL HTA FCFA								926 572 629			

III.3.2 Moyens humains

Nous nous limiterons à dresser l'état de la ressource humaine requise qui sera classée par type de main d'œuvre (M.O). Chaque M.O correspondant à une activité particulière. Leur planification sera effectuée plus loin.

Tableau 4:Recapitulatif de la main d'œuvre

Type de Main d'œuvre	Détails	Taux horaire unitaire (FCFA)	Effectif en déplacement
MO1	C.E	2 900	1
MO2	CE, 1 topo, 4 monteurs et 8 aides	22 500	6
MO3	CE et 4 aides	7 700	1
MO4	4 électriciens et 8 aides	13 300	4
MO5	CE, 10monteurs et 10 aides	34 900	11
MO6	CE, 4 monteurs et 4 aides	15 700	5
MO7	CE et 10 aides	14 900	1
MO8	CE 4 électriciens et 8 aides	20 500	5
MO9	1 topographe + 2 aides	4 400	1
MO 10	1 maçon	2 900	1
MO11	2 maçons et 8 aides	15 400	2

III.3.3 Le parc matériel

Le parc est composé de tout véhicule, aussi bien productif qu'improductif mais nécessaire à l'exécution des travaux. Nous dressons dans le tableau suivant un état du parc nécessaire à l'exécution du chantier. Leur planification sera effectuée dans la section planning du parc.

Tableau 5:Etat du besoin en parc

Type de moyen	Quantité	Taux horaire total (h)
Pick-up D.C	12	2 944
Grue (de 30 t)	2	1 344
Benne Grue	3	1 395
Transport de troupe	1	276

III.4. L'échéancier-GANTT

Conformement aux objectifs fixés en début de projet, nous tenterons d'exécuter le présent projet dans un délai de 14 mois à compter du mois de février 2013. Cependant, à l'issue de la planification, nous projetons de finir le chantier à la fin du mois de février 2014 soit un délai total 12 mois.

III.4.1 Planning des activités

Nous présentons dans la figure ci-dessous le planning des activités qui ont débutées le 15 février 2013 et finiront le 10 février 2014 avec au passage comme jalons l'éclairage en candélabres solaires de Missafou le 25 Avril 2013 et le raccordement de Missafou à la ligne le 31 octobre 2013.

IV. GESTION FINANCIERE

Elément vital dans le pilotage de projet, la gestion financière est essentiellement basée sur la maîtrise de coût du projet. Elle passe par le suivi et la gestion des dépenses prévisionnelles.

Nous nous attèlerons dans cette section, à faire un état des dépenses et activités réalisées à la date du 31 Mai 2013 puis d'effectuer une estimation des dépenses et activités prévisionnelles. Cette démarche nous permettra de déduire par la suite l'évolution de la marge bénéficiaire brute du projet, de la date d'état à la fin de chantier. Il est à noter que la marge nette initialement prévue est de 4,9%.

IV.1. Situation à la date d'état

IV.1.1. Comparaison activités prévisionnelles et réalisées à la date d'état :

Tableau 6: Etat des activités réalisées par rapport aux prévisions

Mois	Activités prévues	Activités Réalisées
Février	6 025 720	3 012 860
Mars	67 001 308	39 651 265
Avril	208 437 951	85 870 064
Mai	208 437 951	208 437 951

Nous évaluons à la date d'état du 31 mai 2013 l'évolution des activités réellement réalisées par rapport à la prévision que nous nous sommes fixée en tout début de chantier. Cette évolution comparative est illustrée par le graphe ci-dessous. Nous constatons un léger retard par rapport à la prévision au niveau des mois de mars et avril qui fût rattrapé au mois de mai. Cependant, les prévisions faites sur les quatre premiers mois tiennent donc la cadence.

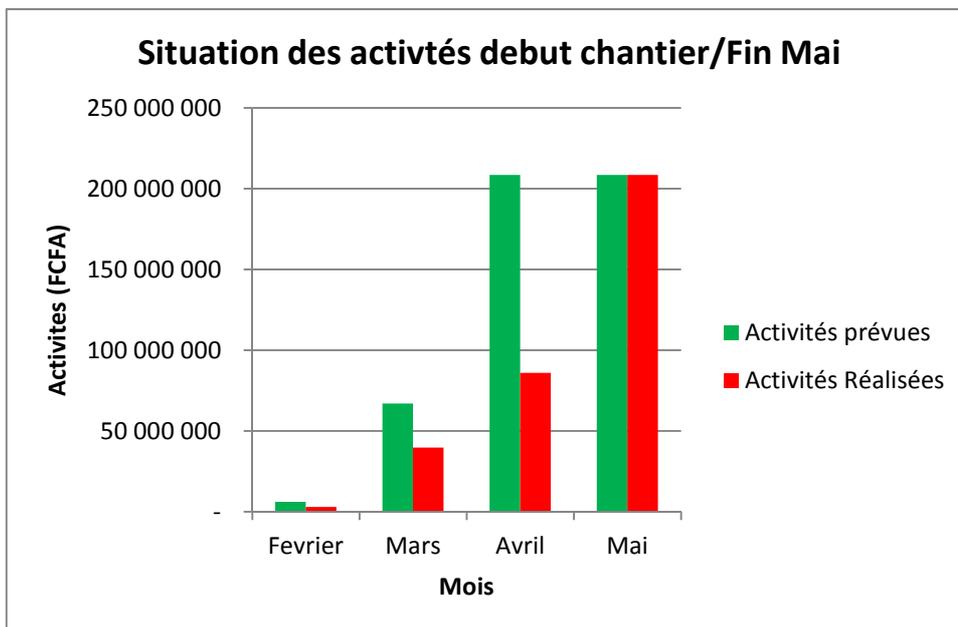


Figure 12:histogramme des dépenses et activités

IV.1.2. Evaluation des activités par rapport aux dépenses

Tableau 7:Etat des dépenses par rapport aux activités

Mois	Activités en cumulé (FCFA)	Dépenses (FCAFA)
Février	3 012 860	673 129 021
Mars	39 651 265	
Avril	85 870 064	
Mai	208 437 951	

Nous évaluons ici l'évolution des activités en comparaison avec le cumul des dépenses que ces dites activités ont occasionné. Nous constatons un large écart s'expliquant par le début de chantier. A cette période d'énormes dépenses non liées à la production directe sont consenties et rattachées entre autre à l'installation de chantier, l'étude d'exécution, le lancement de certaines commandes etc.

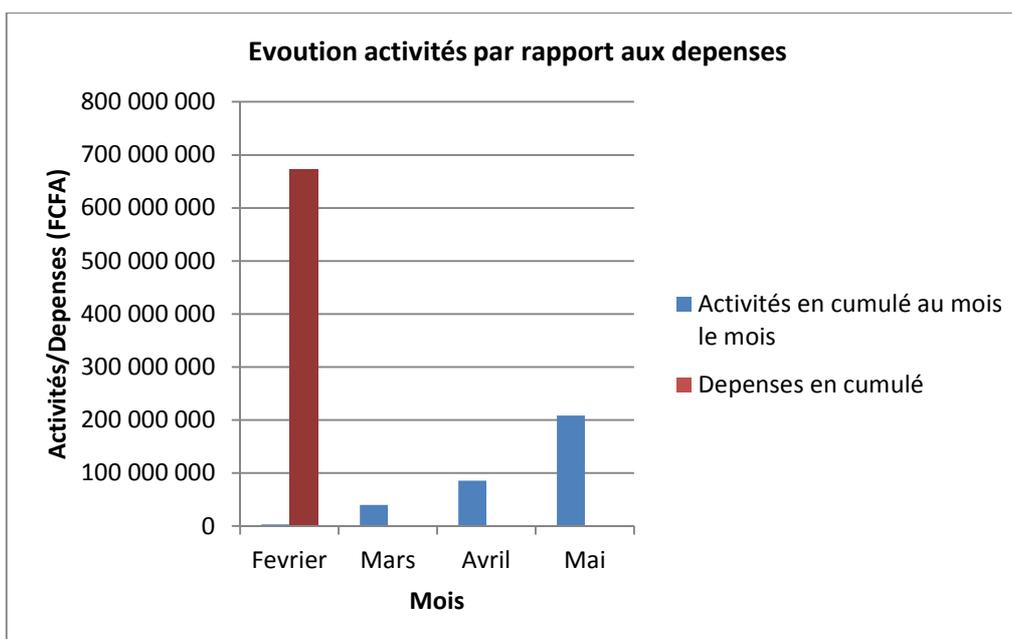


Figure 13:Histogramme des activités par rapport aux dépenses à la date d'état

IV.2. Projection fin de chantier

IV.2.1. Evolution des dépenses et des activités

Tableau 8:Etat prévisionnel des dépenses et activités

MOIS	ACTIVITES	RESTE A DEPENSER
Juin	208 437 951	804 918 544
Juillet	271 739 642	849 475 332
Aout	257 556 011	1 165 308 562
Septembre	1 966 725 105	1 235 688 962
Octobre	2 973 461 688	1 304 355 762
Décembre	3 637 007 001	2 121 503 116
Janvier 2014	4 020 037 595	2 149 920 316
Février 2014	4 073 135 011	2 769 747 306

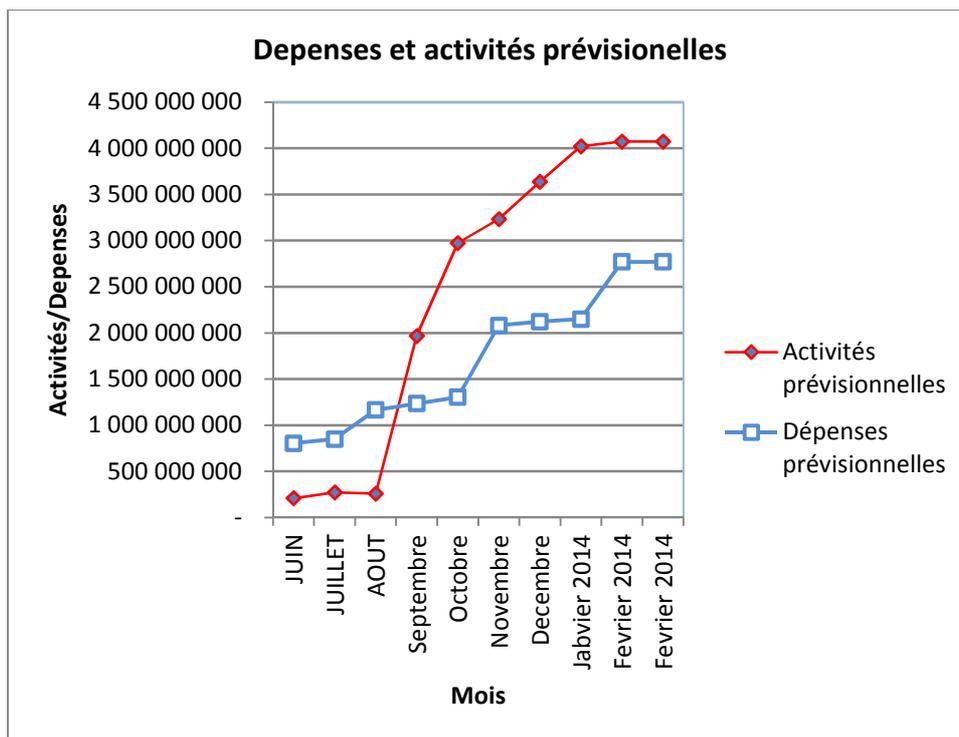


Figure 14: Evolution des dépenses par rapport aux activités

Le graphe ci-dessus représente l'évolution prévisionnelle des activités et des dépenses qui vont avec. Nous constatons ainsi sur les trois premiers mois des dépenses qui ne sont pas compensées par des activités en face. Cet état de fait s'explique par les commandes passées, donc imputées comme charges pendant qu'en face, il n'y pas d'activités compensatrices, donc pas de recette. Cette tendance se trouvera inversée à partir du mois d'août et restera comme telle jusqu'en fin de chantier. Cet état de fait s'explique par la pose des différents équipements qui se traduit de façon comptable en recette.

IV.2.2. Suivi de la marge brute

Le suivi de la marge bénéficiaire et sa projection en fin de chantier s'avère très important dans l'évaluation de performance du projet dans la mesure où c'est un indicateur fiable et mesurable. L'optimisation de cette marge est intimement liée à la maîtrise des dépenses. La marge bénéficiaire brute (M.B) se calcule par la formule suivante :

$$MB = \frac{\text{Activités}_{cumulés} - \text{Dépenses}_{en\ cumulés}}{\text{Activités}_{en\ cumulés}}$$

Tableau 9:Etat des finances projeté fin de chantier

MOIS	ACTIVITES	DEPENSES	MARGE BRUTE
Juin	208 437 951	804 918 544	-286%
Juillet	271 739 642	849 475 332	-213%
Aout	257 556 011	1 165 308 562	-352%
Septembre	1 966 725 105	1 235 688 962	37%
Octobre	2 973 461 688	1 304 355 762	56%
Novembre	3 231 923 155	2 081 053 116	36%
Décembre	3 637 007 001	2 121 503 116	42%
Janvier 2014	4 020 037 595	2 149 920 316	47%
Février 2014	4 073 135 011	2 769 747 306	32%

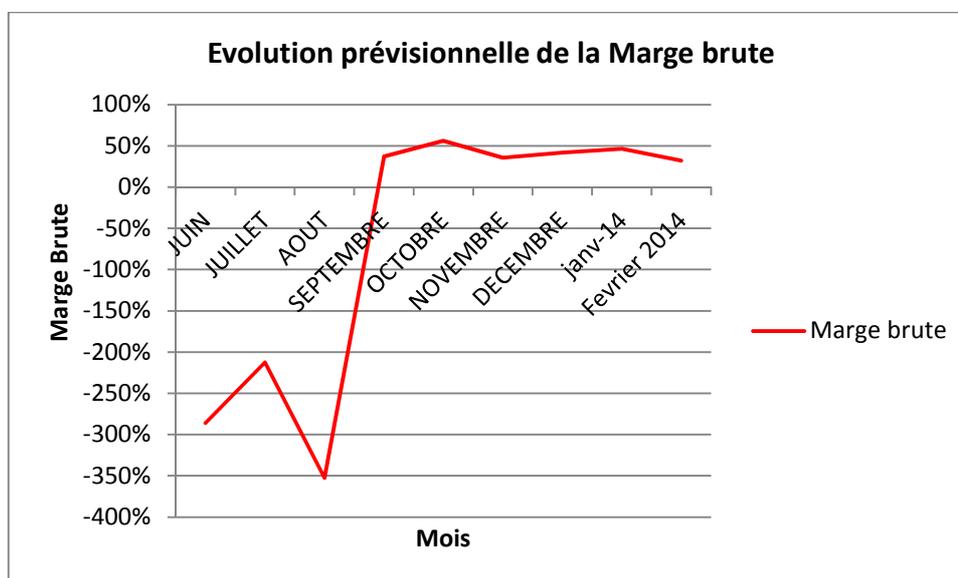


Figure 15:Evolution de la marge brute

Nous constatons une fluctuation de la marge, restant en un premier temps en dessous de la barre de zéro puis une croissance à partir du mois d'août pour sortir de la zone négative et pour ainsi avoir une relative constance à partir de septembre. Ceci s'explique par

l'intensification des activités à partir de la mi-août jusqu'en fin de chantier. Cette intensification se matérialise par le levage des pylônes et la pose des câbles pour ainsi afficher une marge brute fin de chantier de 32% soit 1 303 403 204. Après déduction des 28,5 % du marché et relatives aux frais généraux de l'entreprise, nous devons terminer le chantier avec un résultat net de 3,5% soit une somme de 142 559 725 FCFA qui en déca des 4,8% initialement prévue. Ce écart s'explique par la réorientation du choix des support qui s'accompagne de dépenses supplémentaires qui au départ n'étaient pas prévues dans la feuille de vente.

V. REGLES D'HYGIENE ET DE SECURITE ENVIRONNEMENTALE

Comme tout autre projet d'exécution, le chantier de ligne présente des risques potentiels d'accident. Pour réduire ces risques d'accident au minimum, il s'avère indispensable d'observer certaines règles de prévention qui concernent aussi bien les procédures pour différents type de travaux que pour l'habilitation requise des techniciens et manœuvres chargés de l'exécution.

V.1. Règle relative à l'habilitation pour assemblage

Avant tout déploiement sur le chantier, l'assurance doit être prise que le personnel concerné dispose de la différente habilitation en fonction des taches dont il a la charge de l'exécution.

Tableau 10:Etat des aptitudes requises pour l'assemblage

	Aptitude Médicale	Autorisation Conduite	Travaux en hauteur	Habilitation électrique
Chef d'Equipe	oui	-	oui/non	-
Monteurs	oui	-	oui	-
Manœuvres	oui	-	non	-
ASE	oui	-	-	-

Tableau 11:Etat des aptitudes requises pour le levage

	Aptitude Médicale	Autorisation Conduite	Travaux en hauteur	Habilitation électrique
Chef de Chantier	oui	-	oui/non	-
Chef d'Equipe	oui	-	oui/non	-
Monteurs	oui	-	oui	-
Manœuvres	oui	-	non	-
Opérateur Camion Grue	oui	oui	-	-
Opérateur Grue principale	oui	oui	-	-
Opérateur Grue secondaire	oui	oui	-	-
ASE	oui	-	-	-

Le conducteur doit posséder une autorisation de conduite pour l'engin concerné muni de son équipement principal et avoir bénéficié d'une formation et d'une évaluation complémentaires pour les accessoires utilisés.

V.2. Règles relatives à l'assemblage et levage

- Interdiction du site d'assemblage au public ;
- Sensibilisation du personnel sur les risques liés à l'opération ;
- Port des EPI obligatoire pour les monteurs ;
- Respect des couples de serrage. Toujours positionner, boulonner et serrer la partie supérieure de la cornière en première pour éviter le risque de chute ou cisaillement lors d'un déplacement sur cornière ;
- Utilisation d'échelle pour accéder aux zones de travail + Harnais à partir de 3m de hauteur ;
- Travaux sur escabot plateforme ou échafaudage au besoin ;
- Vérifier les tire-forts préalablement à l'opération ;
- Certificats à disposition sur le site ;

- Aucune personne exceptée celles actionnant les tires-fort ne se trouveront dans l'axe des câbles/chaines, lorsque ceux-ci seront en tension ;
- Engins mécaniques et accessoires de levage compatibles avec les charges à manutentionner.

V.3. Règles relatives aux travaux en hauteur

En travaux en hauteur seront observées les règles suivantes :

- La limitation du nombre de monteurs dans le support à 4 personnes ;
- Interdiction de travaux superposés simultanés ;
- Le port du harnais obligatoire pour les travaux se situant à plus de 2 mètres au-dessus du sol ;
- Pendant les travaux, un périmètre de 30 à 40 m au pied du pylône sera dégagé et balisé. L'accès n'y sera autorisé que pour les collaborateurs concernés par les tâches à y effectuer.

V.4. Règles relatives au déroulage des câbles

- Sensibilisation à faire auprès des villages riverains concernant les risques liés à l'opération
- Assurer la circulation par des déviations au besoin (mise en place de signalisation d'approche et de positionnement des travaux (quilles, ru balise)
- Disposer d'engins mécaniques et accessoires de levage compatibles avec les charges à manutention (Camion HIAB) ;
- Contrôle périodique des systèmes d'élingage afin de vérifier leur bon état et le remplacer au besoin
- Attacher au bon point d'accrochage
- Ne pas stationner sous la zone de travail
- Porter le casque avec la jugulaire attachée
- Délimitation par balisage d'un périmètre de sécurité autour des zones de travail
- En cas d'évacuation d'urgence d'un monteur d'un monteur bloqué en hauteur, il est interdit de le détacher en sectionnant les cordes :il faut faire une reprise d'effort pour le détacher

- Interdiction au personnel de se positionner dans l'axe du tir et à l'intérieur de l'angle formé par un câble en mouvement
- Ne pas toucher et ne jamais chevaucher les câbles en mouvement
- Assurer une communication sans faille et efficace entre tous les opérateurs qui sont partie prenante de la manœuvre (liaison radio, téléphonique, talkie-walkie) : cheminement à surveiller en permanence
- En cas de précipitation atmosphérique importantes, vents, brouillard épais ou orage, le travail doit être interrompu.

VI. MANAGEMENT DES RISQUES

La planification si minutieuse soit-elle, ne peut prévenir le risque ; le risque étant cette incapacité d'exercer un contrôle sur les événements fortuits. Dans le contexte de notre projet, nous tenterons d'identifier, d'évaluer et ensuite proposer des mesures préventives et/ou correctives selon le cas.

Tableau 12:Plannification des risques

Identification	Evaluation initiale			Mesures préventive et correctives	Risque résiduel		
	Pr.O	Cr	N.R		Pr.O	Cr .	N.R
Inflation des prix	3	4	13	Suivre le cour des métaux (acier), prévoir frais aléa dans le budget	2	2	4
Panne engin majeures	4	2	6	Entretien périodique préventive	2	1	2
Intempéries	4	2	6	Prévoir la marge dans le planning	2	1	2
Vol de matériel	3	4	12	Renforcer la sécurité (gardiennage)	2	2	4
Rupture de stock fournisseur	3	4	12	Multiplier le contact avec les fournisseurs potentiels	1	3	3
Matériel défectueux (défaut de fabrication)	3	4	12	Demander vérification avant le fret	2	3	6
Recrutement de personnel incompétent	4	4	16	Soumettre à l'essai tout nouveau recru	2	2	4

CONCLUSION

Cette étude nous permet de savoir grâce à la planification, au pilotage quotidien d'estimer avec une relative clarté le résultat net fin de chantier qui est de 3,5 % qui est fortement impacté par le choix de technique retenu. Nous aurions, certes, obtenu un meilleur résultat net dans l'hypothèse de la première variante qui prévoyait des poteaux de type HEB (monopode) mais qui techniquement n'était pas viable. Le passage en pylônes treillis comme type de support a d'un côté, pour incidence, l'utilisation d'un nombre réduit de support mais de l'autre la nécessité d'entreprendre d'autres tâches supplémentaires. Ces tâches supplémentaires, notamment la construction de massifs conséquents et l'étude de sol sont sources de dépenses supplémentaires qui ne sont pas prévues dans la commande et par conséquent à la charge de l'entreprise. Ainsi, l'un des intérêts de cette étude fût de trouver cette pondération de manière à optimiser les surcoûts occasionnés par ce changement de choix de type de support.

Une fois cette pondération obtenue, l'un des aspects de l'étude fût le management au quotidien des hommes, du calendrier et des coûts de manière à pouvoir tenir le résultat net en fin de chantier tout en réduisant au minimum d'éventuel écart qui pourrait survenir par rapport au planning. Cet aspect de la gestion du projet passe par le control et la maîtrise des dépenses et l'anticipation quotidienne sur d'éventuels problèmes qui pourraient compromettre les tâches futures prévues au planning.

Cependant, ces aspects évoqués plus haut s'accompagnent d'un plan d'hygiène et de sécurité des hommes sur le chantier avec la prévision de différents scénarios éventuels d'accidents et de proposer des mesures préventives.

- **RECOMMANDATIONS :**

A l'issue de la présente étude, nous avons constaté quelques insuffisances dans le système qui se résument à deux niveaux que sont l'étude d'exécution et le calcul et suivi des marges. Ainsi nous proposons des voies d'améliorations que sont :

- Effectuer une visite de terrain avant toute étude de prix préalable aux soumissions ;
- Mener une étude d'exécution avant le début de tout chantier afin de maîtriser tous les contours du marché en amont ;
- Pour le calcul des marges, nous préconisons l'approche par le reste à dépenser pour clore l'affaire et ce depuis le début du chantier. Cette approche fait appel

à la fois au management de la valeur acquise et aux prévisions qui sont deux méthodes élaborées et recommandées par le PMI (Project Management Institute) en matière de gestion de projets.

- Pour le suivi des marges, nous préconisons la méthode de l'Indice de performance pour l'achèvement du projet. Cette indice est la projection calculée de la performance des coûts qui doit être obtenue pour le travail restant afin d'atteindre l'objectif. Ce calcul sera effectué mensuellement.

BIBLIOGRAPHIE

📖 **BOUREIMA, A. (2012).** Gestion des Projet. Ouagadougou: Master 1 2iE .

📖 **F.Gray, C. (2007).**MANAGEMENT DE PROJET. Paris: Dunod.

📖 **F.GRAY, C. (2012).**Management de PROJET. Quebec: Dunid.

📖 **Guibolt, F. (2009).** REUSSIR SES PROJETS AVEC PROJECT. Paris: Dunod.

📖 **PMI. (4ème Edition).**Guide du CORPUS DES CONNAISSANCES EN MANAGEMENT DE PROJET (GUIDE PMBoK).

📖 **TRAINIS. (2010).** Management de projet. Paris: Trainis.

ANNEXE A : Etat des réalisations au 31 MAI 2013 et prévision fin de chantier

ANNEXE

ANNEXE B : Etat des dépenses au 31 MAI 2013 et prévision fin de chantier

ANNEXE C : SILLOUHETTE DES PYLONES

ANNEXE D : LISTE DES SUPPORTS

Type de support	Ht. sous console (m)	Utilisation	Quantité	Poids unitaire (tonne)	Poids total (tonne)	chaîne d'ancrage (4 éléments)	chaîne d'alignement (3 éléments)	Eclateur
h1t64t_r2.tow	15,0	Ancrage (angle léger, alignement)	5	2,30	11,5	30		12
h1t64t_r3.tow	12,0	Ancrage (angle léger, alignement)	4	2,00	8	24		
h1a65t_r1.tow	16,9	Ancrage (Angle lourd)	5	4,10	20,5	30		
h1a65t_r2.tow	14,1	Ancrage (Angle lourd)	8	3,60	28,8	48		
h1a65t_r3.tow	10,8	Ancrage (Angle lourd)	6	3,00	18	36		
h1a65s2_r2.tow	12,3	Ancrage (Pylône de dérivation)	1	3,89	3,89	9		
h1k65t_r1.tow	18,0	Suspension légère	5	1,40	7		15	30
h1k65t_r2.tow	15,0	Suspension légère	44	1,20	52,8		132	6
h1k65t_r3.tow	11,9	Suspension légère	52	1,00	52		156	312
h1n66t_r1.tow	18,0	Suspension lourde	12	1,80	21,6		36	72
h1n66t_r2.tow	15,0	Suspension lourde	7	1,55	10,85		21	42
h1n66t_r3.tow	11,9	Suspension lourde	8	1,36	10,88		24	48
h1n66t2_r1.tow	16,2	Suspension grande porté	10	1,90	19		30	60
h1n66t2_r2.tow	13,2	Suspension grande porté	2	1,57	3,14		6	12
h1n66t2_r3.tow	10,1	Suspension grande porté	1	1,38	1,38		3	6
Totale			170	32,05	269,34	177	423	600