



REPUBLIQUE CENTRAFRICAINE

Unité-Dignité-Travail

MINISTRE DE L'ENERGIE ET DE L'HYDRAULIQUE

PROJET DE CONSTRUCTION DE DEUX BARRAGES HYDROELECTRIQUES BAC&LOTEMO ET LEURS OUVRAGES CONNEXES SUR LA RIVIERE LOBAYE

Rapport des Etudes de Faisabilité



SINOHYDRO CORPORATION LIMITED

www.sinohydro.com

Octobre 2017



Approbation:

LIU Guangbo JI Jinhua SHAN Zhigang YE Jianqun REN Jinming
FENG Zhengqiu XU Xumin YANG Fadong

Vérification:

CAO Changxiang ZENG Zhaofang CAO Qiang ZHOU Huixin
DING Yucai ZHANG Yijun HAN Huachao ZHEN Xiaohong
WANG Ruigui HU Baowen YAN Li CHEN Gang
HUANG Huimin ZHAO Yuhua XU Kuaidong LUO Yuzhen
WANG Jing XU Xumin BALCILIA.Jr Christian

Correction:

CHEN Shunwei RUI Defan LV Jingqing SUN Junming DING Yucai
ZHANG Yijun HAN Huachao ZHEN Xiaohong WANG Ruigui
ZHOU Yida YAN Li CHEN Gang CAI ZHiyong XU Han
ZHAO Jing YAN Jiaming XU Zhen YING Feng DAI Huonghui

Rédaction :

DAI Yuyu LI Qilong SUN Junming ZENG Qinglang HE Taolin
LIN Xiaofang CHEN Xiangjiang WANG Feng ZHEN Nan REN Tao
XU Fujun JIANG Hanren ZHANG Rongmei WANG Debing
JIANG Xiamin YAN Fucheng SHEN Xiaorong YING Feng
DAI Honghui ZHANG Huabin TU Chengyi

Sommaire

1.1 Généralités.....	1
1.2 Planification de l'aménagement de la centrale hydroélectrique de BAC.....	3
1.2.1 Hydrologie, sédimentation	3
1.2.2 Géologie civile.....	5
1.2.3 Envergure des travaux	19
1.2.4 Implantation des travaux et principales constructions.....	21
1.2.5 Structure électromécanique et métallique	39
1.2.6 Ouvrage de départ.....	43
1.2.7 Conception d'organisation d'exécution.....	44
1.3 Plan de développement indépendant de la centrale hydroélectrique LOTEMO	61
1.3.1 Hydrologie, sédiment	61
1.3.2 Géologie civile.....	63
1.3.3 Envergure des travaux	81
1.3.4 Implantation des travaux et principales constructions.....	83
1.3.5 Structure électromécanique et métallique	97
1.3.6 Ouvrage de départ.....	101
1.3.7 Conception d'organisation d'exécution.....	101
1.4 Programme de développement conjoint de BAC et de LOTEMO.....	118
1.4.1 Généralités des travaux	118
1.4.2 Avancement général de construction du programme de développement conjoint ...	119
1.5 Prix de proposition de projets.....	122
1.5.1 Plan de développement indépendant de la centrale hydroélectrique BAC.....	122
1.5.2 Plan de développement indépendant de la centrale hydroélectrique LOTEMO	123
1.5.3 Plan de développement conjoint de la centrale hydroélectrique BAC et LOTEMO	125
1.6 Evaluation économique	127
1.6.1 Evaluation financière.....	127
1.6.2 Rendement social.....	130
1.7 Conclusion et recommandation.....	135
1.7.1 Conclusion.....	135
1.7.2 Recommandation.....	141

1.1 Généralités

L'aménagement hydroélectrique de BAC et de LOTEMO se trouvent sur la rivière LOBAYE dans la préfecture de la Lobaye au sud-ouest de la République centrafricaine, la distance en ligne droite jusqu'à la capitale Bangui est d'environ 105 km, la distance en ligne droite jusqu'au chef lieu Mbaïki de la préfecture de la Lobaye est d'environ de 20km.

La rivière LOBAYE prend sa source à proximité de la ville de BOUAR, son altitude est d'environ de 1000m, s'oriente vers le Sud-est, à proximité de MANDOUKOU, elle se jette dans la rivière MBAERE, ensuite elle s'oriente vers l'Est, avant de se jeter dans le fleuve Oubangui, l'altitude de l'estuaire est d'environ de 336m. La longueur de la rivière LOBAYE est d'environ de 450km, le niveau de la pente moyenne est d'environ de 1.5‰, dans le bassin versant cette pente est douce, les cours d'eau vont en serpentant. En amont de la rivière, sont principalement la savane tropicale, en aval est la forêt tropicale vierge. Actuellement il n'existe pas de site hydroélectrique construit ou en construction dans le bassin versant de la rivière LOBAYE.

En décembre 1976, la direction générale chargée de la production et de la distribution électrique de la République centrafricaine ENERCA (Energie centrafricaine), a mandaté le groupement SICAGRI de Bangui et la société d'ingénierie ELECTROWATT de Zurich à effectuer une étude de planification sur le développement hydroélectrique du bassin versant de la rivière Lobaye, ils ont réalisé en août 1977 le rapport « AMENAGEMENT HYDRO-ELECTRIQUE DE LA LOBAYE », ont proposé trois sites de barrage, en amont et en aval, dont respectivement, le site de BONGOUMBA, le site de BAC et le site de LOTEMO. Le site BONGOUMBA se trouve à environ 1,1km de l'amont du confluent de l'affluent MINGUI, à 2km au Nord-Ouest du village BONGOUMBA. Le site BAC se trouve à environ 0,7km en aval du confluent de l'affluent MINGUI, à 1,0 km environ en amont de barque traversière dans les environs du village MOUNDOUKALAKA. Le site LOTEMO se trouve environ à 1,3km en aval du confluent de l'affluent LOTEMO, à environ 7km à l'Est du village BOKOMA. La distance entre le site BONGOUMBA et le site BAC est d'environ 1,8 km, la différence de chute est d'environ de 3m; la distance entre le site BAC et le site LOTEMO est d'environ de 16 km, la différence de chute est d'environ de 10m. Il ressort ces études que les conditions de développement de ces trois sites hydroélectriques sont bonnes, il est possible de retenir un, pour le développement en priorité qui sera classé dans le développement en cascade du cours moyen de la rivière LOBAYE. Comme la différence de chute entre les sites BONGOUMBA et BAC est seulement de 3m, ils ne peuvent pas être

développés en même temps, il faut les classer dans les projets de développement en cascade en différente phase, et relier le niveau de cascade LOTEMO en aval.

Dans le présent rapport, nous avons choisi le développement en cascade de BAC et de LOTEMO, donc l'aménagement hydroélectrique sur la Lobaye en cette phase va être réservé essentiellement aux sites de BAC et LOTEMO.

L'objectif de l'aménagement hydroélectrique de BAC est pour la production en énergie électrique, la surface de la retenue d'eau du site de barrage est de 29830km², le débit d'écoulement moyen pluriannuel est de 290m³/s. Le niveau de retenue d'eau normale du réservoir est de 385m, le volume est de 12,19 millions m³. La capacité installée est de 31MW, le nombre d'heure d'utilisation annuelle est de 7093h, la production moyenne pluriannuelle est de 2,199 cent millions kWh. Les principaux ouvrages du site comprennent, le barrage de rétention d'eau et le bâtiment d'exploitation type lit, etc. La hauteur maximale du barrage est de 33,0m, la longueur du barrage en crête est de 190,0m.

L'objectif de l'aménagement hydroélectrique de LOTEMO est pour la production en énergie électrique, la surface de collecte d'eau du site de barrage est de 30030 km², le débit d'écoulement moyen pluriannuel est de 292m³/s. Le niveau de retenue d'eau normale du réservoir est de 372m, le volume est de 75,48 millions m³. La capacité installée est de 29MW, le nombre d'heure d'utilisation annuelle est de 6996h, la production moyenne pluriannuelle est de 2,029 cent millions kWh. Les principaux ouvrages du site comprennent, le barrage de rétention d'eau et le bâtiment d'exploitation type lit, etc. La hauteur maximale du barrage est de 27,0m, la longueur du barrage en crête est de 345,0m.

1.2 Planification de l'aménagement de la centrale hydro électrique de BAC

1.2.1 Hydrologie, sédimentation

1.2.1.1 Généralités du bassin versant

Le bassin versant de Lobaye se trouve au Sud-ouest de la République centrafricaine. Il se trouve environ entre la longitude 15 ° 30 'à 18 ° 20', la latitude 3 ° 30 'à 6 ° 00'. La rivière LOBAYE prend sa source à proximité de la ville de BOUAR, son altitude est d'environ de 1000m, s'oriente vers le Sud-est, à proximité de MANDOUKOU, elle se jette dans la rivière MBAERE, ensuite elle s'oriente vers l'Est, avant de se jeter dans le fleuve Oubangui, l'altitude de l'estuaire est d'environ de 336m. La longueur de la rivière LOBAYE est d'environ de 450km, le niveau de la pente moyenne est d'environ de 1.5‰, dans le bassin versant cette pente est douce, les cours d'eau vont en serpentant, le débit est faible. Le long des rives sont principalement des plages et des marais. En amont de la rivière, sont principalement les savanes tropicales, en aval est la forêt tropicale vierge.

Le site de l'aménagement hydroélectrique BAC de la rivière Lobaye se trouve à environ 40km en aval de l'estuaire de confluence de la rivière Mbaéré, est d'environ à 16km du site de l'aménagement LOTEMO en aval. La surface de la retenue d'eau du site BAC est de 29830km². Mbaïki, le chef lieu de la préfecture de Lobaye, se trouve à environ 20km au Nord-est.

1.2.1.2 Mééorologie

La rivière de Lobaye se trouve dans la zone du climat tropical forestier, qui est la zone de transition entre le climat sub-saharien et le climat équatorial. D'après les statistiques de la température de 1960-1976 de la station Boukoko, la température moyenne annuelle est de 24,3°C.

Pour le bassin versant de Lobaye, du mois de Mars au mois d'Octobre, c'est la saison de pluie, généralement du mois d'Août au mois d'Octobre, les précipitations sont au niveau maximal, la saison sèche va du mois de Décembre au mois de Février suivant, cette saison dure court, les précipitations moyennes annuelles sont d'environ de 1500mm. D'après les données météorologiques de 1960-1991 de la station Boukoko, les précipitations moyennes pluriannuelles sont de 1643,2mm. Du mois de Mars à Octobre, les précipitations occupent 88,5% de l'année.

D'après les statistiques d'observation de l'évaporation mensuelle de 1967-1975 de la station de Bangui, l'évaporation moyenne annuelle (valeur observée) est de 1500mm.

1.2.1.3 Ruissellement

Il existe dans le bassin versant Lobaye deux saisons, soit la saison sèche (de Décembre au Février) et la saison de pluie (de Mars à Octobre). De septembre à Octobre, le débit est au niveau maximal, au delà du mois de Novembre, le débit diminue progressivement. Le bassin versant de Lobaye, sous l'influence du taux de couverture élevé forestière, le niveau de la pente est faible. La variation saisonnière du ruissellement et la variation mensuelle sont relativement faible. En Octobre dont le débit moyen mensuel est au niveau maximal, le ruissellement occupe 12,8% du volume annuel ; en Mars dont le débit moyen mensuel est au niveau minimal, le ruissellement occupe 6,2% du volume annuel, la variation annuelle est très faible. La variation interannuelle du ruissellement est aussi négligeable.

En prenant la station M'BATA comme station de référence, nous avons calculé le ruissellement du site BAC en utilisant la correction du rapport de surface. Après le calcul, le débit moyen pluriannuel du site BAC est de $290\text{m}^3/\text{s}$, le ruissellement moyen pluriannuel est de 9,521 milliards m^3 .

1.2.1.4 Crues

Les cours d'eau du bassin versant Lobaye en République centrafricaine sont principalement les écoulements stables de base, les crues sont formées par les écoulements de base augmentés, la transformation des orages en crues dure longtemps, l'augmentation et la baisse du parcours des crues sont lentes. Le volume annuel augmente avec celle des précipitations, les crues maximales arrivent en général entre Septembre et Octobre, très peu des crues arrivent en fin Août et au début Novembre.

En prenant le coefficient multiplié par 1,2 du résultat de conception du débit moyen journalier maximal de la station M'BATA comme les crues de conception, à l'aide de l'indice du rapport de surface de la région équatoriale 0,6, calculer le résultat des crues du site BAC en comparaison, le résultat est indiqué dans le tableau 1.2.1.4-1.

Tableau du résultat des crues de conception du site de l'aménagement hydroélectrique BAC

Tableau 1.2.1.4-1

Fréquence (%)	$0.1+\Delta$	0.1	0.2	0.5	1	2	3.33	5	10	20
Débit (m^3/s)	1150	997	961	913	878	836	807	782	734	680

*Limité par les données d'observation, pour assurer la sécurité de conception des travaux, sur la fréquence de vérification, nous avons ajouté la valeur de correction de sécurité Δ , retenons $QP=0.1\%$ de 15%.

1.2.1.5 Sédiment

En amont du bassin versant de la rivière Lobaye se trouve la savane tropicale, en aval la forêt tropicale, le bassin versant est couvert de forêt exubérante vierge. L'érosion du sol est très faible, la production de sable aussi est très négligeable. Il n'existe pas de données de sédiments mesurées dans le bassin versant. Le climat, la topographie et la caractéristique hydrologique dans le bassin versant de la station Nachtigal de la rivière adjacente Sanaga (Cameroun) sont similaires au bassin versant de Lobaye, la végétation est composée par la savane et la forêt tropicale, c'est une zone de transition tropicale. En cette étape, nous prenons la station Nachtigal comme station de référence de conception de sédiment du bassin versant de Lobaye.

Après du calcul, le volume annuel de charge des matières en suspension du site BAC est de 890,5 mille tonnes, la teneur en sable moyenne pluriannuelle est de 0.098kg/m^3 . Le rapport entre le charriage et la suspension adopte le coefficient d'expérience de 10%, alors le volume annuel de charriage au dessus du site BAC est de 89,5 mille tonnes, le volume annuel de transport de sable au dessus du site BAC est de 985 mille tonnes.

1.2.1.6 Planification du système automatique de télémessure de situation d'eaux

L'aménagement hydroélectrique Lobaye est centré sur la production d'électricité, à travers le système automatique de télémessure de situation d'eaux, collecté rapidement et pleinement l'information sur la précipitation et le volume d'eau dans le bassin versant, la réalisation de la prévision satisfera au besoin d'assurer la sécurité d'exécution et l'ordonnement du fonctionnement du réservoir.

D'après la généralité géographique naturelle, les caractéristiques des pluies et des crues, des stations construites dans le bassin versant de Lobaye, ainsi que de la position des aménagements hydroélectriques BAC et LOTEMO, de l'exigence des travaux sur la prévision des eaux, le réseau des stations du système de prévention de l'aménagement hydroélectrique en cascade Lobaye comprend une station centrale (à construire dans la salle de commande centrale de l'aménagement BAC), deux stations de télémessure (respectivement sont la station devant le barrage du réservoir BAC et LOTEMO), deux stations construites (respectivement sont Ndoulou, Gadzi, KEDINGUE-YAWA, Dougoundja, Bambio, Boda et BAC), une station météorologique (à construire dans la zone du barrage BAC).

1.2.2 Géologie civile

1.2.2.1 Généralités

La collecte des données géologiques du site a débuté vers le mois Juillet 2016 par des campagnes de reconnaissance sur terrain, le travail sur le site a été fini en fin Octobre 2016, qui comprend essentiellement les travaux de la topographie géologique, des forages, les essais, etc., la caractérisation géologique de la zone est définie et identifiée suivant les exigences de la « Norme de rédaction du rapport de l'étude de faisabilité des travaux hydroélectriques » (DL/T5020-2007) et « Norme de prospection géologique des travaux hydroélectriques à petite et moyenne taille » (DL/T 5410-2009) etc. ont établi le « Rapport de prospection géologique de l'étude de faisabilité de l'aménagement BAC en cascade du bassin versant Lobaye », le volume de travail de prospection réalisé est indiqué dans le tableau 1.2.2.1-1.

Tableau du volume de travail de prospection réalisée pour l'aménagement hydroélectrique
BAC du bassin versant Lobaye de la République centrafricaine.

Tableau 1.2.2.1-1

Objet	Désignation		Unité	Echelle	Volume de travail
Zone	Vérification de carte géologique régionale		km²	1 : 25000	1000
Zone du réservoir	Topographie		km²	1:5000	87.8
	Cartographie			1:5000	50
Zone du site de barrage	Mesure	Topographie	km²	1: 1000	0.17
	Cartographie géologique		km²	1:1000	0.17
	Nb de traçage des points de mesure		Pièce	15	
	Forage		m/orifice	73.4/2	
	Fosse		m³/p	/	50/7
	Essai extérieur	Essai d'eau courant du forage	Segment	/	13
		Essai de pénétration dynamique	m/segment	/	0.1/1
	Essai intérieur	Nature physique et mécanique des roches	Groupe	/	6
		Analyse de qualité d'eau	Groupe	/	3
Matériaux de	Recherche des zones d'emprunt de matériaux		km²	1 : 50000	150

construction naturels	Roches	Topographie	km ²	1: 2000	0.12
		Cartographie		1: 2000	0.12
		Essai d'activité alcaline	Groupe	/	2
	Terre	Mesure de fronti ère	km ²	/	0.06
		Cartographie	km ²	1: 2000	0.06
		Fosse	m ³ /p	/	120/16
		Essai d'analyse pleine de qualit éde terre	Groupe	/	6

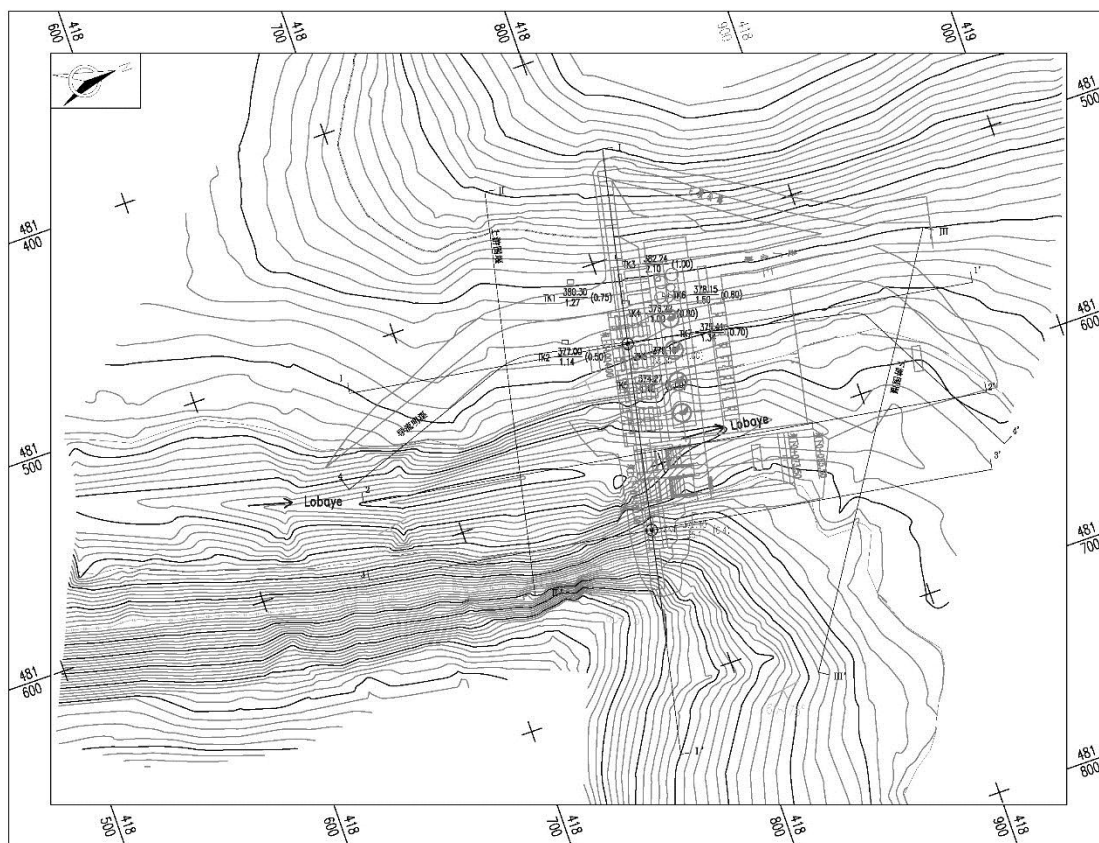


Figure 1.2.2-1 Plan d'implantation du forage de la centrale hydro électrique de BAC ZK3, ZK4

1.2.2.2 G éologie régionale et donn ées sismique

Dans la zone de recherche, le mouvement tectonique récent est faible, dans la zone proche du site, il n'existe pas de zone développement de faille à grande dimension, d'après le plan d'intensité sismique de l'Afrique, l'intensité sismique est inférieure à VI degré, l'accélération de crête sismique $< 0.06g$, la stabilité de structure régionale est bonne.

1.2.2.3 Condition géologique de la zone du réservoir

(1) Condition géologique de base

L'aménagement hydroélectrique BAC se trouve sur le cours moyen du fleuve Lobaye, l'ensemble de zone du réservoir présente la forme de bande, la longueur du réservoir est d'environ de 12,6km (longueur le long du cours d'eau), les montagnes le long des deux rives sont solides, l'élévation de ligne de partage des eaux est de 400m-540m. L'élévation de la vallée est de 370m-385m, la différence de hauteur relative entre les montagnes et la vallée est de 30m-80m, la géomorphologie de colline est quasi plaine typique. La pente sur la rive gauche est de 15°-30°, la pente sur la rive droite est de 20°-45°, l'ensemble de coupe transversale de la vallée présente une forme large asymétrique de "V" ou "U". Les talus des deux rives distribuent des résidus, la végétation est exubérante. Les deux rives ont développé trois ravins No 1, 2, 3, le cours d'eau en année entière. Les terrasses ne sont pas développées, les berges des deux rives présentent des érosions.

Les affleurements dans la zone du réservoir sont des grès du quartz précambriens (PP(q)) et l'humus éluvial quaternaire (Q4), le mélange des graviers et le mélange des blocs erratiques alluviaux, etc. la structure est simple, avec absence des zones de développement des failles à grande échelle de classe I, II etc., la structure tectonique est représentée par le système de structure composé par les petites failles et de grand nombre de diaclase tectonique. Les eaux souterraines sont les eaux de diaclase de roche et les eaux des fentes dans les résidus meubles quaternaires, sans développement de l'eau des karsts, la perméabilité est relativement mauvaise.

L'altération des roches en couche claire des talus des deux rives dans la zone du réservoir est forte, les roches exposées sont principalement des roches à faible altération et à forte décharge, sans développement d'autres mauvais phénomènes géologiques tels que les glissements, la coulée de boue, etc.

(2) Problème géologique et évaluation

1) Fuite du réservoir

Les deux rives dans la zone du réservoir n'ont pas de col mince, la condition d'étanchéité du réservoir est bonne, sans condition de fuite vers la vallée adjacente. La lithologie est du grès de quartz, sans roches de karst, sans faille perméable à grande échelle vers l'extérieur du réservoir, le niveau d'eau souterrain est largement supérieur au niveau de retenue d'eau normale. Le réservoir n'a pas de condition de fuite permanente, ni problème de fuite permanente.

2) Stabilité des rives du réservoir

Les talus dans la zone du réservoir sont des talus type II, peu de pente type III, la zone de

réservoir n'a pas de pente type I, IV, les rives sont stables. Après la retenue d'eau, la condition de stabilité ne va pas se dégrader, des zones d'influence à grande échelle ne vont pas se former.

3) Effondrement de rive du réservoir

La pente des deux rives du réservoir est douce, la couche de couverture est mince, la végétation est dense, le talus est stable, après la retenue d'eau, la condition de stabilité ne va pas se dégrader, la retenue d'eau, la condition de stabilité ne va pas se dégrader, seulement il est possible d'avoir l'effondrement à petite dimension, l'influence sur le réservoir est faible.

4) Inondation du réservoir

La zone du réservoir se trouve dans la région de colline et de plaine, le relief des deux rives est doux, pas de relief bas à grande surface. Dans le champ de l'élévation du niveau de retenue d'eau normale est de 385.00m, il n'existe pas de zone agricole, de terre aratoire, de route, des constructions, etc. la zone du réservoir assujettie aux aléas des zones habitable susceptible d'être influencée par les inondations.

5) Ruissellement solide et sédiment du réservoir

Le relief des deux rives de la zone du réservoir est doux, sont distribués des résidus en surface de pente, l'épaisseur est mince, la végétation est exubérante, après la retenue d'eau, le volume d'effondrement potentiel est peu, le rapport du volume du réservoir est petit, l'influence sur le volume du réservoir est très faible.

Dans la zone du réservoir, il existe deux ravins, par le jugement, on peut déduire que ces ravins sont dus aux crues de montagne, en saison des pluies ou au moment des orages, les cours d'eau descendent avec des inclusions alluviales, mais le volume est largement inférieur au volume du réservoir, leurs influence est négligeable sur le fonctionnement normal du réservoir.

6) Séisme causé par le réservoir

Le présent ouvrage n'a pas de possibilité de causer le séisme. Pas besoin de faire la surveillance du séisme causé par le réservoir.

1.2.2.4 Condition géologique des ouvrages hydrauliques du plan recommandé

1.2.2.4.1 Condition géologique de base

(1) Géomorphologie

Le cours d'eau dans la zone du site est droit, N13°E, de la zone du site, avec une petite vitesse du cours d'eau, la différence entre la vallée et le crête des montagnes sur les deux rives est grande, l'élévation du niveau d'eau est d'environ de 371m, la profondeur d'eau est entre 5m et 12m, etc., au niveau de la retenue d'eau normale de 385m, le large de la vallée est de 154m, la section de vallée présente une forme asymétrique "V" dont la rive gauche est douce,

la rive droite est abrupt. La rive gauche est le talus en terre, la pente varie entre 10° à 20° ; le relief est complet, sans développement des sillons, la végétation est exubérante, est principalement la forêt tropicale. La rive droite est un talus rocheux, la pente varie entre 20° à 35° ; le relief est complet, sans développement des sillons, la végétation du talus côté amont du site est exubérante, avec une forêt tropicale, la végétation du talus côté aval n'est pas développée, en saison de pluie, il y a présence des plantes fougères.

(2) Lithologie des strates

La lithologie des affleurements dans la zone du site est simple, principalement est du grès du quartz précambrien [PP(q)] et la couverture de type quartenaire (Q4). Selon les âges, respectivement nous avons :

1) Précambrien (PP(q)): roches sédimentaires, la lithologie est grès du quartz, gris – gris blanc, couche à épaisseur moyenne-intercalaire.

2) Quartenaire (Q4) : la strate quartenaire est composée par les sédiments alluviaux, les résidus de pente, etc., dont :

① Sédiments alluviaux (Q4al+pl): sont des mélanges de graviers, du mélange de bloc erratique, des grès, etc., de couleurs diverses, la structure est de densité moyenne – dense, sont distribués sur le lit, l'épaisseur est de 5m.

② Couche résiduelle de pente (Q4el+dl) : en surface est du humus, gris brun, épaisseur 20cm-50cm, la structure est meuble, avec une grande concentration des feuilles mortes, les racines sont développées ; en partie inférieure, sont de l'argile poudreuse contenant des graviers, marron, peu humide, plastique, la teneur en gravier est d'environ de 5%-15%, la composition des graviers est du grès du quartz, avec une altération forte – pleine, sont distribués sur le talus de rive gauche, au pied du talus de rive droite, leurs présence est faible, l'épaisseur est de 0,5m-1,5m,

(3) Structure tectonique

La structure tectonique de la zone du site est simple, pas de bande de faille à grande dimension. La surface tectonique est de niveau III, IV est développée localement, la largeur et l'épaisseur des remblais sont centrées sur 3cm-20cm, les remblais dans les failles sont principalement des roches en morceau, des roches cassées et des débris, comme le nombre de forage dans la zone du site en cette étape est peu, il est impossible de déterminer la forme de la structure rencontrée et leur développement, il reste à identifier en étape suivante. Les diabases des deux rives sont développées.

(4) Condition hydrogéologique

L'eau souterraine dans la zone du site est composée par l'eau de fente quaternaire et l'eau de diabase des roches de base dues aux précipitations. Dont l'eau dans les fentes se répartissent dans la couche alluviale du lit et les pentes résiduelles de la rive gauche, l'eau de diabase est formée par l'eau de surface des fentes rocheuses, est évacuée vers le lit.

La classe de perméabilité de couverture du lit est l'eau à forte perméabilité ; dans les résidus de pente à la rive gauche, est la perméabilité moyenne – forte. La perméabilité est moyenne dans les roches en couche claire, dans le tronçon du développement tectonique local, la perméabilité est forte.

La profondeur d'eau souterraine dans la rive gauche est de 3.8m~13.1m, la profondeur d'eau souterrain à la rive droite est de 5m~13.8m.

(5) Phénomène géophysique

Les mauvais phénomènes géologiques sont l'altération et la décharge des roches etc.

L'altération totale à la rive gauche est a une profondeur de 1.8m~3.0m, l'altération forte est a une profondeur de 2.3m~3.8m, la limite inférieure du segment supérieur de l'altération faible est a une profondeur de 11.5m~13.1m, le lit n'a pas de roche à altération totale –forte, l'altération forte est a une profondeur de 8.5m~10.8m. Les roches de base à la rive droite sont exposées, l'altération forte est a une profondeur de 10.8m~13.8m. La profondeur de l'altération des roches en rive gauche et droite dans la zone du site est similaire.

La profondeur verticale de limite inférieure de forte décharge à la rive gauche dans la zone du site est de 4.6m~5.7m, la profondeur vertical de limite inférieure de faible décharge est de 12.6m~17.3m ; la profondeur verticale de limite inférieure de forte décharge à la rive droite est de 2.3m~4.2m, la profondeur vertical de limite inférieure de faible décharge est de 12.2m~13.4m.

(6) Classement géologique des roches de fondation du barrage et valeur recommandée

Le Classement géologique des roches de fondation du barrage et valeur recommandée de l'aménagement hydroélectrique BAC sont indiqués dans le tableau 1.2.2.3-1.

(7) Type de surface de structure et valeur recommandée

D'après le résultat d'essai, en se référant aux normes et aux données des travaux similaires, le classement mécanique de surface de structure et valeur recommandée sont indiqués dans le tableau 1.2.3.3-2.

(8) Valeur recommandée mécanique de couverture du lit

La Valeur recommandée mécanique de couverture du lit est indiquée dans le tableau 1.2.3.3-3.

Classement géologique des travaux des roches de fondation du barrage et valeur mécanique recommandée

Tableau1.2.3.3-1

Class emen t de mass e des roche s	Sou s-cl asse	Crit ère qualitatif						Crit ère recommand é								
								Crit ère physique		Crit ère m écanique						
		Caract éristiques des roches	Type de structure des roches	Lithologie, alt ération, caract éristiq ue de d écharge	Niveau de combina ison de surface de structure	RQD(%)	Taux de perm éabi lit é(Lu)	Densit é humide (kN/m³)	Coefficient d'adoucisse ment	R éstan ce à compres sion d'un axe satur é(M Pa)	Module élastique (Gpa)	Rapport Poisson	R éistance au cisaillement (roche/roche)		R éistance au cisaillement (b éton/roche)	
f'	C'(MPa)												f'	C'(MPa)		
III	III1	La structure de couche à épaisseur moyenne des roches, la surface de structure est développée moyennement, dans les roches, il existe des surfaces de structure flexible faible ayant l'angle d'inclinaison douce ou abrupte (Col de barrage) ou des cales ou des prismes. Les roches sont complètes, l'intégrité locale est mauvaise, la résistance est élevée, la performance contre le glissement, la déformation est limitée par la surface de structure à certain niveau.	Couche à épaisseur moyenne	Gr ès du quartz à faible alt ération, d écharge nulle –faible	Combi naison moyen ne - bonne	35~55	1.0~10	25.5	0.76~0.80	60~80	7~10	0.23~0.25	1.10~1.20	1.30~1.40	1.00~1.05	1.10~1.20
	III2	La surface de structure des roches est développée, mais la surface de structure pénétrée est peu, l'allongement est mauvais, les fermetures sont nombreuses, la force d'intercalage entre les roches est bonne. L'intégrité des roches est mauvaise, la résistance est encore élevée, la performance contre le glissement, la déformation est limitée par la force d'intercalage et la résistance au cisaillement.	Structure intercalai re, fissur ée en mosa ïque	Gr ès du quartz à faible alt ération et d écharge	Combi naison moyen ne	15~35	2.0~20	25.2	0.73~0.76	50~60	5~7	0.25~0.27	1.05~1.10	1.15~1.20	0.95~1.00	1.00~1.15
IV		La surface de structure des roches est développée, il existe la structure flexible faible, des cales ou des prismes défavorables à la stabilité de fondation et de l'épaule du barrage. Les roches cassées- l'intégrité est mauvaise, la performance contre le glissement, la déformation est limitée par la force d'intercalage et la surface de structure.	Couche intercalai re, couche mince, fissure Structure	Gr ès du quartz à faible alt ération et forte d écharge	Combi naison mauva ise	<15	>50	25.0	0.70~0.73	40~50	2~3	0.27~0.29	0.70~0.80	0.50~0.70	0.60~0.70	0.55~0.65

V	Les roches sont en structure meuble, les roches sont concassées	Structure meuble	Zone des failles, roche à altération pleine	Combinaison mauvaise	0		25.0	/	/	/	/	0.40~0.50	0.10~0.20	0.45~0.55	0.20~0.30
---	---	------------------	---	----------------------	---	--	------	---	---	---	---	-----------	-----------	-----------	-----------

Liste des types de surface de structure des roches du site et valeur recommandée

Tableau1.2.3.3-2

Type de surface de structure		Caractéristiques des remblais	Degré de combinaison	Roches des deux côtés	Paramètre contre le cisaillement		Paramètre contre le cisaillement	
					f'	c' (MPa)	f	c (MPa)
Faille, surface supérieure et inférieure de faille et mezzanine	Roche déritique	fragments de roche, et de débris; déritusi	Moyen	Intégrité mauvaise – cassée	0.45~0.55	0.05~0.10	0.40~0.50	0
	Roche déritique avec boue	La zone de faille remplie de roche déritique, dans la surface du plateau supérieur et inférieur ou dans la zone, distribuée peu de substance à particule fine.	Mauvais	Peu cassé – cassé	0.35~0.40	0.02~0.05	0.30~0.40	0
	Roche déritique avec boue	La zone de faille remplie de roche déritique, dans la surface du plateau supérieur et inférieur ou dans la zone, distribuée des mezzanines de substance à particule fine de mm.			0.45~0.55	0.05~0.10	0.40~0.50	0
cassure	Sans remblai	La surface de cassure n'a pas de remblai, ou fraîche	Bon	Intégral – cassé	0.50~0.60	0.10~0.15	0.50~0.60	0
	Débris	Débris de remplissage ou peu de membrane de boue	Moyen	Intégrité mauvaise – cassée	0.45~0.55	0.05~0.10	0.40~0.45	0

Tableau des valeurs mécaniques recommandées de couverture du lit du site
Tableau 1.2.3.3-3

Lithologie	Densité naturelle	Angle de frottement interne (°)	Force d'adhésion	Coefficient de frottement du fond de base	Portance	Module de déformation	Coefficient de pénétration	Baisse de pente admise
Mélange des cailloux	2.1~2.2	28~30	0	0.45~0.50	300~400	40~50	50~200	0.10~0.20
Mélange	2.2~2.4	30~32	0	0.5~0.55	350~450	50~55	100~250	0.15~0.25

1.2.2.4.2 Condition géologique des ouvrages principaux

(1) Condition géologique des ouvrages de rétention d'eau

1) Choix de masse des roches de fondation du barrage et de parement de génie civil

En se référant aux travaux hydroélectriques chinois et étrangers de barrage (vanne) en béton de moyenne et petite dimension, et en se référant à la situation réelle de l'aménagement hydroélectrique BAC, nous considérons que : l'intégrité des roches de type III1, III2 est moyennement-bonne, peut satisfaire à l'exigence de construction de fondation du barrage en béton (vanne) ; les roches type IV sont fracturées, après la consolidation, elles peuvent satisfaire à l'exigence de construction de fondation du tronçon bas, peuvent servir comme roches utilisables de fondation du barrage en béton (vanne).

La résistance à la compression simple axe saturé des roches type III1 est de 60MPa~80MPa, le module de déformation est de 7GPa~10GPa, la résistance à la compression simple axe saturé des roches type III2 est de 50MPa~60MPa, le module de déformation est de 5GPa~7GPa, peuvent satisfaire à l'exigence contre la déformation de fondation de barrage de rétention d'eau en béton (vanne) pour hauteur de barrage de 30m.

En fonction des normes retenues des roches de base, la profondeur du déblai des roches de base de différents tronçons de barrage est respectivement : tronçon du barrage de rétention d'eau à la rive gauche ①~② est de 5m~7m, tronçon du barrage du bâtiment de production d'électricité ③~⑤ est de 5.3m~7.8m, tronçon du déversoir du lit ⑥ est de 7.5m~9.9m, tronçon de rétention d'eau à la rive droite ⑦~⑧ est de 5m~10.1m.

2) Stabilité contre le glissement de la fondation du barrage

Dans le champ de fondation du barrage du lit, il n'existe pas de surface de structure

flexible faiblement développée à grande échelle en amont et en aval, il n'existe pas de zone de faille fissurée à grande échelle, ni problème de stabilité contre le glissement en profondeur, localement il peut développer des failles à petite dimension, qui forment des blocs défavorables avec des joints, mais la longueur d'allongement des joints est limitée, et centrée sur la rugosité ondulée, avec une surface de contact rigide, l'influence de la stabilité contre le glissement n'est pas grande, nous proposons de faire le bétonnage de consolidation sur les parties de développement de surface de structure à la fondation du barrage. Comme la rive gauche et droite ont des surfaces de structure des joints le long de pente, qui ont certaine influence sur le déblai de fondation du barrage en forme de marche, nous proposons de faire du traitement de protection adapté.

3) Fuite de fondation du barrage et d'autour du barrage

La hauteur maxi du barrage est de 33m, choisir $q \leq 5L_u$ comme roche d'isolation d'eau, le rideau doit pénétrer à 5m-10m dans la couche d'isolation d'eau. A partir du sol, nous proposons que la profondeur verticale du rideau à la rive gauche est de 51m, celle à la rive droite est de 37m, celle au niveau du lit est de 37m, pour la rainure profonde en zone de structure inclinée et à faible perméabilité locale, il faut faire le traitement d'approfondissement. Le rideau contre la fuite au col du barrage à deux rives doit relier à la surface de crête de couche d'isolation ou le niveau d'eau souterraine au niveau de retenue d'eau normale à 385m. A partir du sol du col de barrage à la cote de 385m, la profondeur de la rive gauche dans le col du barrage est d'environ de 40m, la profondeur de la rive droite dans le col du barrage est d'environ de 29m.

4) Stabilité du talus

① Talus naturel

Le relief du talus de la rive gauche est douce, le relief est complet, sans développement des sillons, la végétation est exubérante. Sur le sol, la couverture est répartie, l'épaisseur n'est pas grande, les pentes ne sont pas détruites. Les roches de base sont du grès de quartz, la nature est rigide. La structure tectonique est simple, sans développement de zone de faille à grande échelle, sans mezzanine faiblement répartie en dehors de la pente de niveau douce, l'intégrité du talus est stable.

Le talus de la rive droite est du talus en roche, la pente est centrée à $15^\circ \sim 35^\circ$, le relief est complet, sans développement des sillons, la végétation n'est pas dense, en saison de pluie, il y a la présence des plantes fougère etc. sur le talus pas de répartition de fracture locale, pas de développement de surface de structure faible en dehors de pente douce, l'intégrité du talus est

stable.

②Talus des travaux

La hauteur maximal d'excavation au niveau du talus de la rive gauche est d'environ de 39m. La partie supérieure du talus est en terre, la hauteur est de 0.5m~1.5m, la structure est meuble, la stabilité est mauvaise, la partie inférieure du talus est en roche, la hauteur de d'élai est d'environ de 37m, les roches ont une faible altération, présentent une structure en couche d'épaisseur moyenne – intercalaire, présentent localement une structure encastrée, les types de roche sont essentiellement III1-III2. Dans le champ de col de barrage, il n'existe pas de zone de faille fracturée à grande échelle, la surface de petite structure est centrée sur des joints, la combinaison entre les joints et le talus de d'élai peuvent former des blocs défavorables, la stabilité est mauvaise.

Le talus de d'élai de la rive droite est un talus en roche, la hauteur maxi est d'environ 39m, les roches sont en faible altération, présentent une structure en couche d'épaisseur – intercalaire moyenne, présentent localement la structure encastrée, les types de roche sont essentiellement III1-III2, il n'existe pas de zone de faille fracturée à grande échelle, la surface de petite structure est centrée sur des joints, la combinaison entre les joints et le talus de d'élai peuvent former des blocs défavorables, la stabilité est mauvaise, lors de d'élai, il faut faire du traitement de soutènement sur les blocs de combinaison défavorables à distribution aléatoire.

(2) Condition géologique de la zone du site

1) Bâtiment type lit

Le présent ouvrage adopte le bâtiment type lit, implanté au côté gauche du lit, sur sol est distribuée la couverture, à épaisseur de 0,8m-3,8m, les roches de base en dessous sont du grès de quartz. Dans le champ du bâtiment, la structure tectonique est simple, n'a pas détecté la distribution des failles et des mezzanines faibles à grande dimension, la structure est centrée sur des joints.

La cote de surface de fondation de construction du bâtiment est de 357,4m, est du grès de quartz en tronçon inférieur à faible altération, est des roches type III1, la nature est rigide, complètes, pas de zone de structure ni de mezzanine faible à grande échelle, la condition géologique de fondation du bâtiment est bonne, peut satisfaire à l'exigence de portance et de déformation. L'épaisseur de couverture dans le champ du bâtiment est petite, l'influence sur la stabilité de d'élai de talus est petite.

2) Canal de fuite d'eau du bâtiment

Dans la zone du canal de fuite d'eau, distribue la couverture, est composée des mélanges de caillou alluvial, l'épaisseur est d'environ 3m-5m, la capacité contre l'érosion est faible, ne convient pas comme fondation du canal de fuite d'eau. Les roches de base sont du grès de quartz en tronçon supérieur à faible altération, la nature est rigide, l'intégrité est mauvaise – cassée, est des roches type III2, le débit contre l'érosion est d'environ de 5m/s~8m/s, peut satisfaire à l'exigence de fondation du canal de fuite d'eau. Nous proposons de placer la base du canal de fuite d'eau sur les roches III2, faire la maçonnerie contre l'érosion sur les deux rives du canal.

(3) Condition géologique de la zone de dissipation d'énergie

Le bassin de dissipation est implanté au côté arrière de tronçon du déversoir de barrage, au sol est distribuée la couverture, composée par des mélanges de caillou alluvial, etc., l'épaisseur est d'environ de 5m, la capacité contre l'érosion est faible, ne convient pas comme fondation du bassin de dissipation, nous proposons de l'éliminer. Les roches de base sont du grès de quartz, la nature est rigide, les roches sont fracturées, se sont des roches III2, sa résistance à la compression à axe simple saturé est de 50MPa~60MPa, le module de déformation est de 5Gpa~7Gpa, le débit contre l'érosion est d'environ de 5m/s~8m/s, peut satisfaire à l'exigence de fondation du bassin de dissipation, nous proposons de faire du renforcement sur les zone des roches fracturées localement.

Dans la zone du canal de fuite d'eau, distribue la couverture, est composée des mélanges de caillou alluvial, l'épaisseur est d'environ 3m-5m, la capacité contre l'érosion est faible, ne convient pas comme fondation du canal de fuite d'eau. Les roches de base sont du grès de quartz en tronçon supérieur à faible altération, la nature est rigide, l'intégrité est mauvaise – fracturée, est des roches type III2, le débit contre l'érosion est d'environ de 5m/s~8m/s, peut satisfaire à l'exigence de fondation du canal de fuite d'eau. Nous proposons de placer la base du canal de fuite d'eau sur les roches III2, faire la maçonnerie contre l'érosion sur les deux rives du canal

(4) Condition géologique des installations provisoires

1) Batardeau en amont et en aval

La fondation du batardeau en amont et en aval est un mélange de gravier alluvial, etc., nous supposons que l'épaisseur de couverture du batardeau en amont et en aval est de 3m-5m, a une haute densité, résistance mécanique, peut satisfaire à l'exigence de portance du batardeau, son composition, son distribution en espace et les formes ont une non homogénéité importante, il existe des problèmes géologiques tels que la déformation non homogène, la

fuite, la déformation de fuite, etc., nous proposons de faire la protection contre la fuite avec le mur contre la fuite. Si la profondeur de protection contre la fuite du batardeau en amont et en aval entre 5m-10m dans la couche d'isolation d'eau $q \leq 10 \text{ Lu}$, nous proposons la profondeur de protection contre la fuite du batardeau en amont à la rive gauche est 30m-40m, au niveau du lit 25m-28m, à la rive droite 25m-30m ; la profondeur contre la fuite du batardeau en aval à la rive gauche est 30m~33m, au niveau du lit 31m~33m, à la rive droite 32m~35m.

2) Canal de dérivation

Le canal de dérivation est implanté sur le talus de la rive gauche du site du barrage, le relief est doux, le long du canal, répartition de la couverture, les roches de base sont du grès de quartz, pas de développement des failles à grande échelle, l'altération et la décharge des roches en couche claire sont fortes, les joints sont développés, les roches sont cassées, sont essentiellement des roches de type IV –III2. Au cours de déblai, la stabilité du talus du côté interne et externe est mauvaise, nous proposons de construire un mur soutènement à temps, le radier du canal est essentiellement des roches IV-III2, la capacité contre l'érosion est moyennement – bonne, le débit contre l'érosion est d'environ de 3m/s~5m/s. La partie inférieure du talus au côté extérieur du tronçon de la borne 0+068m~0+245m est la fosse de barrage, sans développement de structure, les joints sont développés, les roches sont fracturées, la perméabilité est moyenne, il peut se former des passages de fuite vers la fosse du barrage, nécessite le traitement de protection contre la fuite.

1.2.2.5 Matériaux de construction naturels

(1) Emprunt

L'emprunt de terre de BAC se trouve sur la pente douce à 6km au nord-est du traversier BAC, le relief est doux, complet, sans distribution des sillons, la surface de distribution est d'environ de 56000 m². La source des matériaux est l'argile poudreuse, marron, l'épaisseur moyenne est de 2,25m, les réserves sont d'environ 103 mille m³, sont 2 fois du volume d'utilisation de conception. Les emprunts sont desservis au traversier BAC par la route rurale simple, le transport est facile ; du traversier BAC à la zone du site de barrage de l'aménagement hydroélectrique BAC, 'il ya environ 1km, il n'existe pas de route de transport, il faut construire la route.

(2) Sable (grès) naturel

Dans la zone des travaux, les vallées sont coupées en profondeur, l'eau est profonde, les graviers naturels sont pauvres, ne peuvent pas satisfaire au besoin des travaux, il faut acheter ou fabriquer avec des roches.

(3) Roches

La carrière se trouve sur le talus à 1km en amont à la rive gauche de la zone du site de barrage de l'aménagement hydroélectrique BAC, les réserves sont d'environ 1,24 millions m³, soit 2 fois le volume d'utilisation de conception. La lithologie de roche est du grès de quartz, la nature est rigide, les caractéristiques mécaniques sont bonnes, satisfont à l'exigence des critères techniques de «Spécifications des matériaux de construction naturels des travaux hydroélectriques» (DL/T5388-2007). D'après les roches à composition alcaline courante dans l'annexe D de «Spécifications des matériaux de construction naturels des travaux hydroélectriques» (DL/T 5388-2007), le grès du quartz est une roche alcaline courante, nécessiter des essais de réaction d'alcaline. La distance entre la carrière et le site du barrage de l'aménagement hydroélectrique BAC est assez courte, mais il n'existe pas de voie de transport, il faut construire une route, la condition de transport est mauvaise.

1.2.3 Envergure des travaux

1.2.3.1 Choix du niveau de retenue d'eau normale

A cette étape, nous avons fait la topographie sur la zone du barrage de l'aménagement hydroélectrique BAC, en fonction de résultat de topographie, en associant la prospection du site, en cette étape nous avons établi trois plans au niveau de retenue d'eau normale à 383m, 385m, 387m pour faire l'analyse préliminaire.

Par le résultat de calcul des plans de niveau de retenue d'eau normale, au fur et à mesure de l'augmentation du niveau d'eau, le volume de production d'électricité augmente, du point de vue du rendement du volume, il est favorable d'élever légèrement le niveau de retenue normale de l'eau.

La route le long de la rivière à la rive droite dans la zone du réservoir BAC, la cote minimale est d'environ de 386,3m, en cette étape, tenant compte de route sans influence, nous proposons le niveau de retenue d'eau normale du réservoir BAC à 385m, la chute nominale de 10,7m, la chute utilisée est presque identique que le résultat du «Rapport de l'étude de faisabilité de l'aménagement hydroélectrique Lobaye» de 1977.

Vu l'analyse ci-dessus, à cette étape, le niveau de retenue d'eau normale du réservoir BAC recommandé est de 385m. Dans la prochaine étape, en associant les différences en terme de la condition technique de construction, de l'inondation du réservoir, de l'impact environnemental, des critères de l'énergie dynamique, de l'économie des travaux, etc., par la comparaison technico-économique, nous allons argumenter la rationalité du plan des niveaux

de retenue d'eau normale.

1.2.3.2 Choix de la capacité installée

D'après le résultat de « Rapport de l'étude de faisabilité de l'aménagement hydroélectrique Lobaye » de 1977, la capacité installée de l'aménagement hydroélectrique BAC est de 24MW, la production annuelle d'électricité est d'environ 1,9 cent millions kWh, le nombre d'heure annuel d'utilisation de l'installation est d'environ de 7900h.

Basé sur le marché d'électricité des régions d'approvisionnement d'électricité, en cette étape, nous avons établi trois variantes de capacité installée à 27MW, 31MW, 35MW pour faire l'analyse préliminaire.

Du point de vue de critère de la volume d'électricité par rapport à la capacités installées, au fur et à mesure de l'augmentation de la capacité installée, la production d'électricité moyenne pluriannuelle augmente aussi, le volume augmenté ainsi que le volume en période des crues, l'amplitude élevée baisse progressivement. Du point de vue de rendement du volume, il est favorable d'élever légèrement la capacité installée.

Le nombre d'heure d'utilisation annuel des différentes variantes est respectivement 7713h, 7093h, 6489h ; d'après les travaux similaires, le nombre d'heure d'utilisation à 7000h est adapté. Du point de vue de nombre d'heure d'utilisation de la capacité installée, il est adapté d'adopter 31MW pour la capacité installée de l'aménagement hydroélectrique BAC.

En cette étape, nous proposons que la capacité installée de l'aménagement hydroélectrique BAC est de 31MW ; dans la prochaine étape, en fonction de l'équilibre du volume d'électricité, de condition de construction, du critère économique etc., par la comparaison technico-économique, nous allons argumenter la rationalité de la variante de la capacité installée.

1.2.3.3 Mode de fonctionnement du réservoir

La mission de l'aménagement hydroélectrique BAC est la production d'électricité, la capacité installée est de 31MW. Le niveau de retenue d'eau normale est de 385m, le volume du réservoir est en dessous du niveau de retenue d'eau normale est de 12,19 millions m³, est un aménagement au fil de l'eau ; quand le débit d'entrée au réservoir est supérieur au débit de production pleine du groupe, le réservoir maintient le niveau à 385m, le groupe fonctionne selon la capacité de production d'électricité ; quand le débit d'entrée au réservoir est inférieur au débit de production pleine du groupe, le groupe produit l'électricité selon le débit d'entrée au réservoir.

1.2.4 Implantation des travaux et principales constructions

1.2.4.1 Catégorie des travaux et norme de sécurité de conception

1.2.4.1.1 Catégorie des travaux et classe des constructions

La mission de l'aménagement hydroélectrique BAC est la production d'électricité, la capacité installée est de 31MW. Le niveau de retenue d'eau normale est de 385m, le volume total du réservoir est de 12,19 millions m³ ; la hauteur maxi du barrage de rétention d'eau est de 33m. D'après les dispositions de «Normes de maîtrise des crues» (GB50201-2014) et «Norme de classement des travaux hydroélectrique et de sécurité de conception» (DL5180-2003) , le présent ouvrage est l'ouvrage classe 3, le barrage de rétention d'eau, le bâtiment type lit sont conçus selon les constructions classe 3, les autres constructions secondaires sont conçues selon les constructions classe 4.

1.2.4.1.2 Norme de conception

(1) Norme des crues

L'aménagement hydroélectrique BAC est un ouvrage hydroélectrique dans la zone de montagne et de colline, la classe des constructions permanentes est la classe 3, le barrage est en barrage en béton. D'après les dispositions de «Normes de maîtrise des crues» (GB50201-2014) et «Norme de classement des travaux hydroélectrique et de sécurité de conception» (DL5180-2003), la norme des crues des constructions du présent ouvrage est déterminée comme suit :

Le barrage-frein de dénivellement, le bâtiment lit adoptent la norme de période de retour des crues en utilisation normale à 50 ans, le débit des crues est de 836m³/s; la norme de période de retour des crues en utilisation anormale à 50 ans, le débit de vérification des crues est de 1150m³/s.

La période de retour des crues en utilisation normale de l'ouvrage de dissipation en aval est de 30 ans, le débit des crues est de 807m³/s.

La norme des crues des constructions et le débit sont indiqués dans le tableau 1.2.4.1-1.

Norme de conception des crues et débit de l'aménagement hydroélectrique BAC
Tableau 1.2.4.1-1

Elément \ Construction	Barrage et bâtiment de production d'électricité	Installations de dissipation d'énergie en aval
------------------------	---	--

Crues d'utilisation normale	Période de retour (an)	50	30
	Débit (m³/s)	836	807
Crues d'utilisation anormale	Période de retour (an)	1000	
	Débit (m³/s)	1150	

(2) Norme sismique et antisismique

Le mouvement tectonique récent dans la zone des travaux est faible, pas de développement de zone de faille à grande échelle dans la zone approximative et la zone du site, d'après le plan d'intensité sismique de l'Afrique, l'accélération de crête sismique dont la probabilité de 50 ans dépassant 10% est de 0.02~0.04g, l'intensité sismique est inférieure au degré VI.

D'après «Spécifications de conception antisismique des ouvrages hydrauliques des aménagement hydroélectrique» (NB/T 35047-2015), l'intensité antisismique du présent ouvrage est prise en compte selon le degré VI.

1.2.4.1.3 Coefficient de sécurité de conception

(1) D'après les dispositions de «Spécifications de conception de vanne d'eau» (NB/T 35023-2014), la valeur admise du coefficient de sécurité de stabilité contre le glissement le long du fond de vanne de restitution sur la fondation de roche est indiquée dans le tableau 1.2.4.1-2:

Valeur admise du coefficient de sécurité de stabilité contre le glissement le long du fond de vanne restitution sur la fondation de roche

Tableau 1.2.4.1-2

Combinaison de charge		Valeur admise du coefficient de sécurité de stabilité contre le glissement
Combinaison essentielle		3.00
Combinaison particulière	I	2.50
	II	2.30

Nota : la combinaison particulière I s'applique à l'exécution, à la visite et au niveau de vérification des crues ;

La combinaison particulière II s'applique au s sisme.

En même temps, la sollicitation maxi au pertuis de chambre des vannes n'est pas supérieure à la portance admise de fondation ; dans le cas sans s sisme, le pertuis de chambre de vanne ne doit pas présenter la sollicitation de traction ; dans le cas de s sisme, la sollicitation de traction n'est pas supérieure à 100kPa.

(2) D'après les dispositions de 《Spécifications de conception du barrage à gravité en béton》NB/T 35026-2014, la résistance du barrage de rétention d'eau des deux rives et la stabilité contre le glissement du parement de fondation du barrage sont conçues selon l'état de portance limite ; en état de limite d'utilisation normale ; le pied du barrage et le parement du barrage en amont ne doivent pas présenter la sollicitation en traction verticale, en combinaison courte, la sollicitation de traction verticale au parement du barrage en aval ne dépasse pas 100kPa.

(3) D'après les dispositions de 《Spécifications de conception du bâtiment de l'aménagement hydroélectrique》NB/T35011-2013, la stabilité contre le flottement du bâtiment doit satisfaire en tout régime ; la stabilité contre le glissement le long du radier de fondation du bâtiment sur les roches de base doit satisfaire en tout régime. La sollicitation minimale de fondation sur la base du bâtiment, en régime de séisme, permet d'avoir une sollicitation de traction non supérieure à 100kPa, dans d'autres cas, la sollicitation de traction n'est pas admise. La sollicitation maximale de fondation ne doit pas dépasser la portance admise de la fondation.

1.2.4.2 Vérification du site du barrage

1.2.4.2.1 Planification de l'étape préliminaire

En août 1977, le groupement de SICAGRI de Bangui et de la société d'ingénierie ELECTROWATT de Zurich a effectué les études préliminaire de l'《AMENAGEMENT HYDRO-ELECTRIQUE DE LA LOBAYE》, et ont proposé trois sites de barrage, de l'amont à l'aval, dans l'ordre qui sont les sites BONGOUMBA, BAC et LOTEMO comme site à développer en priorité le schéma de position de différents aménagement est indiqué dans la figure 1.2.4.2-1.

D'après le rapport de planification d'origine, le site BONGOUMBA se trouve environ à 1,1km de l'amont du confluent de l'affluent MINGUI, à 2km au nord-ouest du village BONGOUMBA. Le site BAC se trouve environ à 0,7km en aval du confluent de l'affluent

MINGUI, à 1,0km environ en amont de barque traversière à côté du village MOUNDOUKALAKA. Le site LOTEMO se trouve environ à 1,3 km en aval du confluent de l'affluent LOTEMO, à environ 7km à l'Est du village BOKOMA. La différence de chute entre le site BONGOUMBA et le site BAC est d'environ de 1,8 km, la différence de chute entre le site BAC et le site LOTEMO est d'environ de 10 m.

Le rapport de planification initiale considère que la condition de développement des trois sites BONGOUMBA, BAC et LOTEMO est bonne, peut choisir un site à développer en priorité par étape, faire le développement en cascade dans le milieu de la rivière LOBAYE. Comme la différence de chute entre le site BONGOUMBA et BAC est seulement de 3m, ils ne peuvent pas développer en même temps, il faut les classer dans les projets de développement en cascade en différentes phases. La planification combinée en cascade du site BAC est : EBOLOU (chute utilisée 12m)+BAC (chute utilisée 11m)+LOTEMO(chute utilisée 10m); la planification combinée en cascade du site BONGOUMBA est : OUAWA(chute utilisée 10m)+BONGOUMBA (chute utilisée 10m)+LOTEMO(chute utilisée 13m). Le schéma de coupe longitudinale des deux plans de développement en cascade est indiqué dans la figure 1.2.4.2-2.

Trois aménagements sont de l'aménagement au fil de l'eau à basse chute, les principaux ouvrages sont composés par le bâtiment type lit, la vanne de restitution, le barrage de rétention d'eau, etc. chaque aménagement dispose de quatre groupes de turbine dont la capacité unitaire est de 6 MW, la capacité installée totale est de 24 MW, la production annuelle d'électricité est de 190GWh.

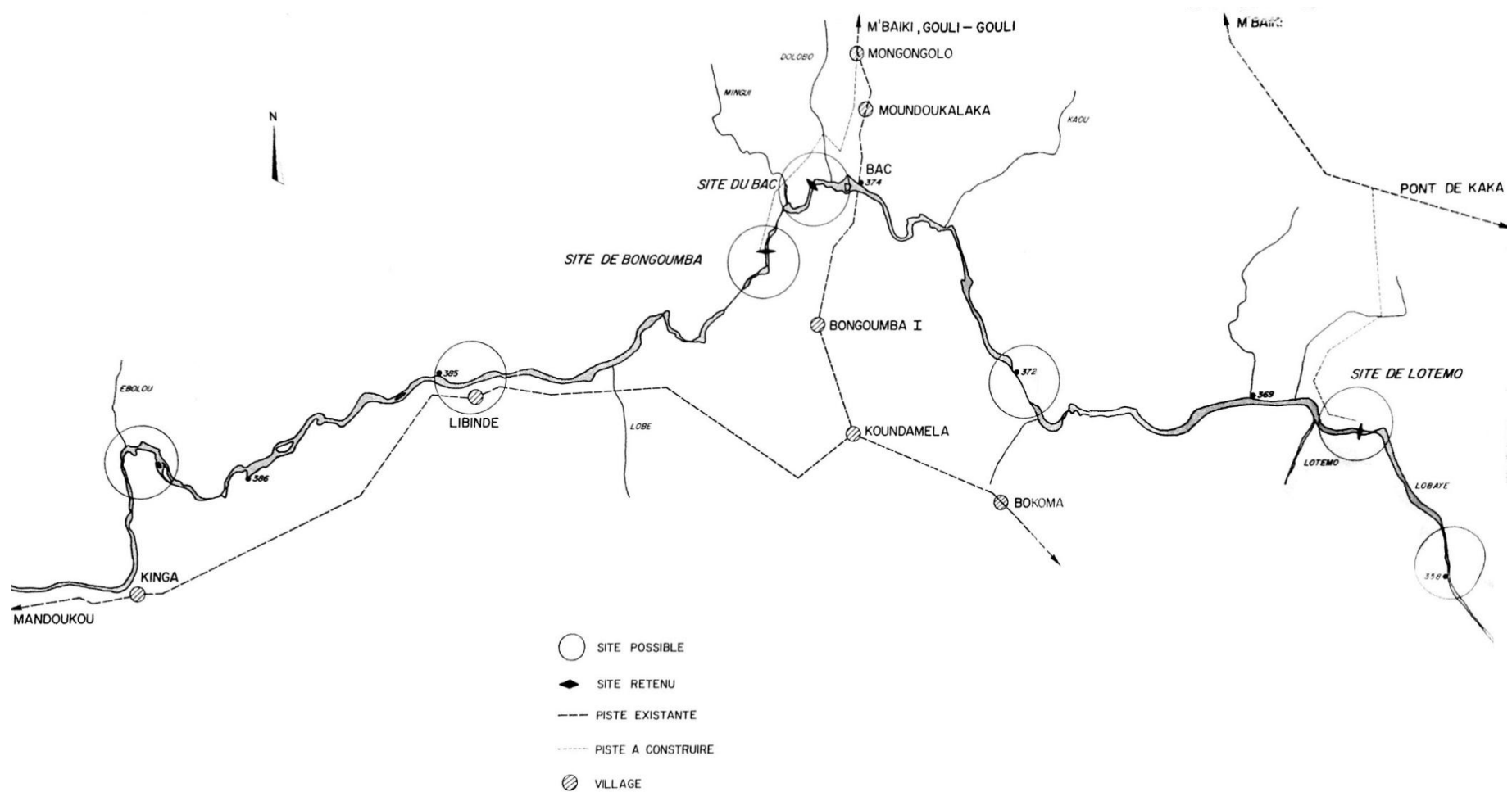


Figure 1.2.4.2-1 Schéma d'implantation de l'aménagement de planification en cascade du bassin versant Lobaye

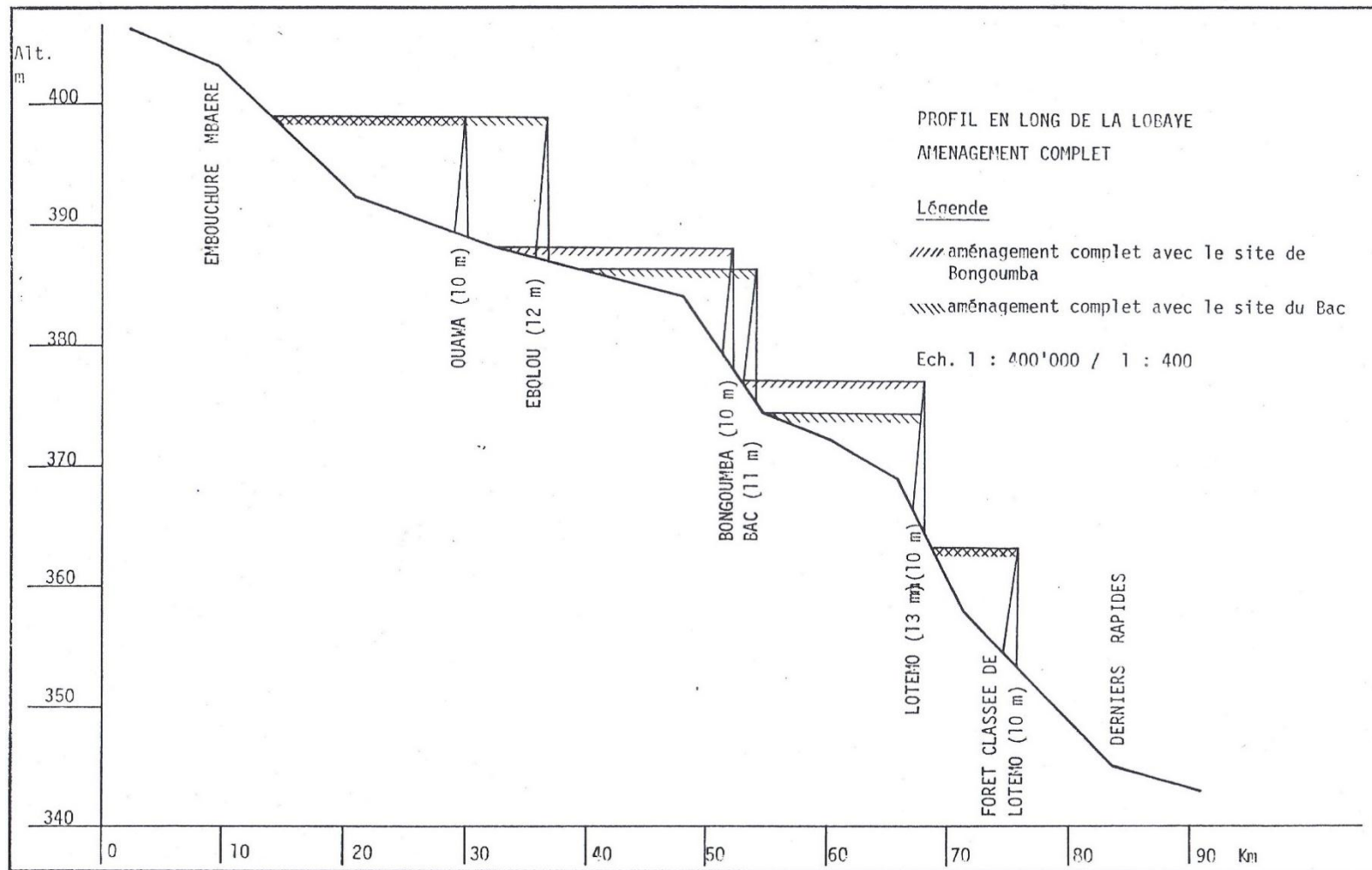


Figure1.2.4.2-2 Coupe longitudinale de l'aménagement de planification en cascade du bassin versant Lobaye

1.2.4.2.2 Conclusion du réexamen du site de barrage

D'après le rapport de la planification initiale, parmi les deux sites BONGOUMBA et BAC, on peut choisir un pour développer en priorité et former le développer en cascade avec le site LOTEMO en aval. A cette étape, basé sur le rapport de planification initiale et les exigences des clauses du Protocol d'accord, nous avons réexaminé les conditions essentielles des deux sites BONGOUMBA et BAC, nous pensons que les conditions des deux sites sont presque identiques que celles du rapport de planification initiale, et satisfont à l'exigence de l'aménagement type lit à basse chute d'eau.

A cette étape, nous avons comparé les deux sites en terme de condition géologique, de condition d'utilisation d'énergie d'eau, de condition d'implantation des ouvrages, de condition du transport et de condition d'exécution, etc., nous pensons que le site BAC est meilleur que le site BONGOUMBA en terme de condition géologique, de condition d'utilisation de l'énergie d'eau, de condition d'implantation des ouvrages, de condition du transport et de condition d'exécution, etc., basé sur le rapport de planification initiale et les exigences des clauses du Protocol d'accord, nous choisissons le site BAC comme site recommandé qui sera développé en cascade avec le site LOTEMO en aval en parallèle.

1.2.4.3 Choix de la forme du barrage, de la ligne d'axe et d'implantation des ouvrages

1.2.4.3.1 Choix de la forme du barrage

L'aménagement hydroélectrique BAC est un aménagement type lit à basse chute dont l'objectif est la production d'électricité, l'installation dispose de quatre groupes axiaux. Comme la vallée du site est étroite, l'implantation du bâtiment type lit a besoin d'un grand espace du lit, l'espace d'implantation des constructions de vidange est limité, donc, le choix de forme de barrage doit satisfaire d'abord à l'exigence de vidange, assurer l'évacuation des crues en sécurité en même temps assurer l'implantation du bâtiment et de dérivation d'exécution.

Le niveau de retenue d'eau normale de l'aménagement hydroélectrique BAC est de 385m, à la cote de 390m de la rive droite du réservoir, distribuent la route et des logements d'habitation. Pour éviter l'influence des crues sur les routes et les logements d'habitation après la construction de barrage, les constructions d'évacuation des crues de l'aménagement BAC doivent avoir la capacité suffisante en vue de baisser le niveau des crues du réservoir.

D'après l'analyse sur les conditions géologiques du site BAC et l'exigence d'implantation des ouvrages de l'aménagement hydroélectrique BAC, le barrage –frein en béton doit satisfaire à la fois à l'exigence d'évacuation des crues et à l'exigence d'implantation du bâtiment type lit, à la fois a la fonction d'évacuation de sable, peut réduire le sable de passage, faciliter l'implantation de dérivation d'exécution, donc nous

recommandons le barrage –frein en béton pour l'aménagement hydroélectrique BAC.

Comme la vallée du site l'aménagement hydroélectrique BAC est étroite, la hauteur de barrage-frein n'est pas élevée, la longueur des tronçons de raccordement des deux rives est courte, le volume total du béton est peu. La couverture à la rive gauche du site est claire, les roches de base sont exposées à la rive droite, le déblai de fondation et le volume des travaux de traitement n'est pas important. Donc, la forme de tronçon de raccordement des deux rives adopte le barrage à gravité en béton à structure simple et à matériaux identiques que le barrage principal, en vue de faciliter l'organisation et la gestion d'exécution.

1.2.4.3.2 Choix de la ligne d'axe

A 700m en amont des rives gauche et droite du site de l'aménagement hydroélectrique BAC est le confluent de l'affluent MINGUI RIVER, en aval du site est le virage du cours d'eau, à 500m en aval de la rive gauche, est développé un petit sillon. La rive gauche du site a des petites arêtes entourées par la rivière MINGUI et la rivière principale de Lobaye, le relief baisse progressivement de l'aval en amont jusqu'à la rive, les montagnes sont minces ; le relief de la rive gauche est doux, la pente est couverte par la forêt. La rive droite du site a aussi des arêtes, le relief baisse progressivement de l'amont en aval jusqu'à la rive, le relief de la rive droite est abrupte, les roches de base sont exposées. D'après le résultat de topographie de l'eau souterraine, localement dans le lit du site il existe des rainures profondes, au niveau étroit du lit, il est profond et devient plus clair progressivement de l'aval au virage du cours d'eau.

En fonction de condition géologique du site BAC, le champ d'implantation de l'axe du barrage est limité. S'il est implante en amont, le relief de la rive gauche baisse, le problème de fuite au col du barrage de la rive gauche est important ; et la profondeur du lit augmente, le volume de remblai de base est augmenté. S'il est implante en aval, le champ est limité par les virages du cours d'eau et le relief de la rive droite. Si la ligne de barrage est implanté au virage de l'aval, la longueur d'axe va atteindre 400m, le volume des travaux va beaucoup augmenter; comme la ligne de barrage se trouve au virage du cours d'eau, la condition d'entrée du flux d'eau est mauvaise.

Tenant compte que la condition de roche de base de la rive droite du site est bonne, la profondeur du lit diminue vers l'aval, pour assurer la condition étanchéité de la rive gauche et réduire le volume du remblai du lit, la ligne d'axe doit utiliser le relief de la rive droite, elle sera implantée vers l'aval. La ligne d'axe retenue est indiquée dans la figure 1.2.4.3-1.

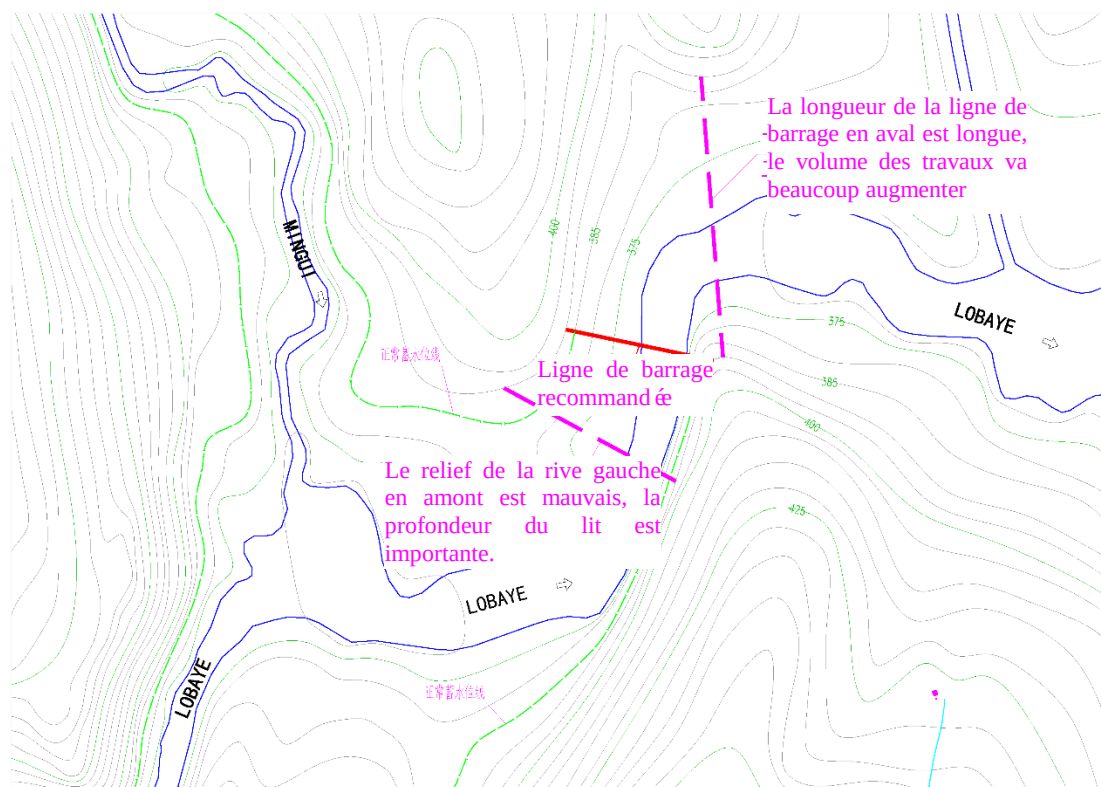


Figure 1.2.4.3-1 Schéma d'implantation de la ligne d'axe du barrage BAC

1.2.4.3.3 Choix d'implantation des ouvrages

Les facteurs qui influencent l'implantation des ouvrages de l'aménagement hydroélectrique BAC sont l'implantation d'ouvrage d'évacuation d'eau, du bâtiment de production d'électricité, du mode de dérivation d'exécution et la condition du transport d'accès à l'usine, etc.

(1) Constructions d'évacuation d'eau

En amont et en aval du site de l'aménagement hydroélectrique BAC, est le virage du cours d'eau, le lit principal se trouve à la rive droite, le site se trouve dans une vallée étroite. Le volume du réservoir du présent ouvrage est petit, le réservoir n'a pas de régulation, en fonction de condition géologique, des caractéristiques des crues et du fonctionnement de l'aménagement au fil de l'eau, l'implantation des ouvrages doit tenir compte de l'implantation de l'ouvrage d'évacuation d'eau en priorité, de satisfaire à la fois à l'exigence de mission d'évacuation des crues et de faire le flux d'eau passant doucement dans la rainure de rivière en aval, de réduire l'érosion sur le lit et les deux rives de l'aval, donc, il vaut mieux planter l'ouvrage d'évacuation des crues sur le lit de la rive droite.

Le présent ouvrage est un barrage moyen et bas, le volume du réservoir est petit, l'aménagement est de type lit, pour réduire les sédiments du réservoir, réduire le sable de

passage, la cote d'implantation d'orifice d'évacuation des crues doit être inférieure à celle d'entrée d'eau de la centrale. Pour que l'ouvrage d'évacuation d'eau dispose certaine capacité d'évacuation extrême, faciliter l'évacuation en période des crues, l'orifice d'évacuation doit adopter l'implantation ouverte.

(2) Bâtiment de production d'électricité

Le bâtiment est de type lit, dispose quatre générateurs à turbines axial, la longueur longitudinale du bâtiment est assez longue et occupe presque toutes les sections du cours d'eau. Le relief de la rive gauche du site est doux, le lit principal est proche de la rive droite, ici la vallée n'est pas vaste, si le bâtiment est implanté sur le lit principal du côté droit, comme la cote du radier du bâtiment est relativement basse, ceci peut réduire le délai de fondation du bâtiment et du canal de fuite d'eau, mais l'ouvrage d'évacuation d'eau est proche de la rive gauche, la condition de passage des crues dans la rainure est mauvaise, ceci a une certaine influence sur la sortie du flux du canal de fuite d'eau, le sédiment côté aval ; la base du bâtiment à la partie profonde du lit nécessite des changements de remblai en béton.

(3) Mode de dérivation d'exécution et transport d'accès à l'usine

Le débit de norme de dérivation du présent ouvrage est important, l'implantation des ouvrages doit tenir compte de l'influence de l'implantation de dérivation d'exécution.

Le présent ouvrage de Mbaïki et à Bangui, la ligne de transport existant se trouve à la rive gauche, si le bâtiment est implanté sur la rive gauche, l'accès à l'usine est facile. Si le bâtiment est implanté à la rive droite, il faut ajouter un ouvrage de franchissement permanent, la longueur de la route d'accès à l'usine sera augmentée.

D'après l'analyse ci-dessus, en fonction de différentes positions du bâtiment, nous avons comparé deux plans dont le bâtiment implanté sur la rive gauche et sur la rive droite.

Nous avons comparé les deux plans en termes de l'implantation des ouvrages, de condition d'exécution, d'investissement, etc. Du point de vue de l'implantation des ouvrages, pour le cas du bâtiment sur la rive gauche, la vanne de restitution est implantée dans la rainure principale, elle facilite l'évacuation des crues et de sable, le plan du bâtiment à la rive gauche est meilleur que le plan du bâtiment à la rive droite ; du point de vue des conditions de transport d'accès à l'usine, pour le cas du bâtiment en rive droite nécessite d'un ouvrage de franchissement permanent, le cas du bâtiment en rive gauche est meilleur que le plan du bâtiment à la rive droite ; du point de dérivation d'exécution, les deux plans adoptent la dérivation par étape du canal découvert, ils n'ont pas de différence réelle ; du point de vue des délais d'exécution, pour le cas du bâtiment en rive gauche, le délai de lancement du premier

groupe et le délai global est respectivement 58 mois et 70 mois, le cas de la rive droite est légèrement meilleur; du point de vue de coût d'investissement, le cas de la rive gauche peut économiser 5,158 millions USD que le plan de la rive droite, le plan de la rive gauche est meilleur.

Par la prise en compte générale, le cas de la rive gauche, en terme de position des ouvrages, du transport extérieur, du coût d'investissement, est meilleur que le cas de la rive droite, ainsi, pour l'implantation des ouvrages, nous recommandons le cas du bâtiment en rive gauche, soit l'implantation d'un bâtiment de type lit à la rive gauche, la vanne de restitution à deux orifices sur la rive droite.

1.2.4.3.4 Plan d'implantation des ouvrages recommandé

Les constructions de l'aménagement hydroélectrique BAC sont composées par la vanne de restitution, le tronçon de rétention d'eau des deux rives et le bâtiment type lit, etc., la longueur totale à la crête de barrage est de 190,0m, la hauteur maxi du barrage est de 33m.

La vanne restitution est implantée sur le cours d'eau principale de la rive droite, le tronçon de vanne de restitution est longue de 30,0 m, la hauteur maxi est de 33,00 m. On installer la vanne de restitution à 2 orifices, la dimension d'orifice est de 10.0 m×16.0 m (largeur x hauteur) , le batardeau de débordement adopte le batardeau pratique WES, la cote de crête du batardeau est de 369,0mm, la cote de crête de vanne est de 388,00 m. La chambre de vanne est longue de 33,5m, sa base se repose sur les roches de base à faible altération. En aval de chambre de vanne, installer le bassin de dissipation long de 40,0 m, la cote de crête du radier du bassin est de 365,00 m, une profondeur est de 3,0 m, la cote de crête du seuil de l'extrémité du bassin est de 368,00 m. La fondation de la vanne, le barrage de la rive droite et gauche adoptent le bétonnage du rideau pour la prévention contre la fuite, la profondeur du rideau est 0.5 fois de la chute de rétention d'eau.

Le tronçon du barrage de dénivellation en rive gauche mesure 47,0 m de long, de type de barrage gravité en béton, la crête du barrage se trouve à la cote 388.00 m, la crête du barrage mesure 6.0 m de large, la hauteur maximum du barrage est de 18,45 m. Le tronçon du barrage de dénivellation en rive droite mesure 34.0 m de long, le type de barrage gravité en béton, la crête du barrage se trouve à la cote 388.00m, la crête du barrage mesure 6.0~10.0 m de large, la hauteur maximum du barrage est de 27.00 m, le carter de la vanne de secours est aménagé au niveau du tronçon du barrage près de la vanne d'évacuation de crues. La section principale du barrage gravité est triangulaire, le sommet et la crête du barrage se trouvent à la même cote, le parement amont est une surface verticale, la pente du talus aval est de 1: 0.75.

Le bâtiment lit est implanté à la terrasse de la rive gauche, dans le bâtiment, on dispose de quatre groupes à roue axiale dont la capacité unitaire est de 7,75 MW, la capacité installée totale est de 31 MW. La longueur totale du bâtiment principal est de 79,00 m, dont le local des machines est long de 58,00 m, le local d'installation est long de 21,00 m. La cote d'installation des groupes est de 370,2 m, la cote du niveau de base de construction du bâtiment est de 357,4 m, la hauteur maxi du bâtiment est d'environ de 40,00 m. La cote de crête du barrage du tronçon du bâtiment est de 388,00 m, identique que le barrage frein. La voie d'accès passe par le local d'installation vers l'aval, la cote d'accès est identique que la plate-forme de fuite d'eau et le sol du local d'installation, la cote est de 370,45 m, satisfait à l'exigence de prévention des crues. Le local d'installation est implanté à l'extrémité gauche du local des machines, le bâtiment secondaire est implanté à la crête de la conduite de fuite d'eau, au fond du local d'installation, en amont et à gauche du bâtiment. Le transformateur principal et le local GIS sont implantés dans la partie supérieure de plate-forme de fuite d'eau, la crête du local GIS est implantée dans le champ de départ.

Le canal d'amener d'eau est déblayé par la terrasse de la rive gauche, la cote du fond est de 368,00 m. Le canal d'amener est relié au lit par une forme à variation progressive, en vue d'assurer que le flux d'eau coule dans le bâtiment.

Le canal de fuite d'eau est de même largeur que le local des machines, la cote de sortie du conduit de fuite d'eau est de 359,58 m, par le tronçon de contre pente à 1 : 4, est remontée à la cote de 367,50 m, s'allonge et relie avec le lit. Entre le canal de fuite d'eau et la vanne déversant, installer le mur de guidage.

Le transport extérieur du bâtiment est raccordé à la voie de passage sur la rive gauche.

1.2.4.4 Barrage frein de rétention d'eau

1.2.4.4.1 Constructions de rétention d'eau

(1) Choix de la cote de fondation

D'après les dispositions de « Norme de conception du barrage à gravité en béton » (NB/T35026-2014) : « Le niveau de base de construction du barrage à gravité en béton, en fonction de stabilité du barrage, de sollicitation de fondation, de nature mécanique des roches, de type des roches, de formation et de stabilité de base, de l'exigence de la superstructure sur la base, de l'effet de renforcement de base, du procédé d'exécution, du délai, du coût etc. Cela est déterminé par comparaison. Par des mesures telles que le renforcement de base, le réglage de la superstructure, etc., afin de satisfaire à la résistance et à la stabilité du barrage, réduire le volume de déblai, le barrage peut être construit sur les roches de base fraîche, à faible ou

niveau minimale d'altération (type III et plus) ; le barrage moyen peut être construit sur les roches de base intermédiaires à faible altération ; le barrage bas peut être construit sur les roches de base à faible altération en partie du milieu-supérieure. Le tronçon à relief élevé des deux rives peut soulager la condition.”

La hauteur maxi du barrage de l'aménagement hydroélectrique BAC est de 33m, en fonction des recommandations géologiques, en associant l'exigence d'implantation des structures de construction, nous avons choisi la surface de base de construction sur les roches de base III2-III1 en partie supérieure –milieu à faible altération, le tronçon du bâtiment, le tronçon de la rainure de vanne de stockage etc. satisfont à l'exigence d'implantation de structure.

(2) Structure de crête du barrage et implantation

La longueur totale de crête du barrage de rétention d'eau est de 190 m, est divisé en 8 tronçons, les No 1-2 sont le tronçon de rétention d'eau de la rive gauche, sont longs de 47m ; les No 3-5 sont du tronçon du bâtiment, longs de 79m ; le tronçon No 6 est du tronçon du barrage de restitution, long de 30m ; les tronçons No 7-8 sont du tronçon de rétention d'eau de la rive droite, longs de 34m. Le tronçon de barrage de vanne de restitution est implanté sur le lit du cône droit, la hauteur maxi de barrage est de 33m.

Le tronçon de barrage de rétention d'eau adopte le type à gravité, la cote de crête est de 388,00m, la largeur est de 6,00m, adopte la section triangulaire, la cote de crête est identique que la crête de barrage, le parement amont est vertical, le ratio de pente du parement aval est de 1 : 0,75. Tenant compte du besoin d'implantation de rainure de vanne de stockage, la largeur du tronçon No 7 est augmentée à 10,0m.

Les principales constructions à la crête de barrage sont : le local d'observation et le local de permanence de la rive droite et gauche ; le local du treuil en crête de vanne déversant ; la rainure d'observation côté amont en crête de barrage, le caniveau côté aval ; en crête du tronçon No 7, entreposage de vanne ; le tronçon de vanne de restitution, les poutres de rail du treuil du tronçon du bâtiment, le pont de circulation, le pont du câble ; les gardes corps et les colonnes des lampadaires côté amont et aval en crête de barrage, etc.

La largeur de crête de barrage : à la rive gauche les tronçons non déversant No 1-2 et le tronçon non déversant No 8 de la rive droite, la largeur de crête est de 6,0m ; la crête du tronçon du local d'installation No 3 est large de 17,2m ; la largeur total de crête des tronçons de bâtiment No 4-5 est de 16,2m ; la largeur de crête du tronçon de vanne déversant No 6 est de 27,0m ; le tronçon No 7, à cause du besoin d'implantation de rainure d'entreposage de

vanne, de rail du treuil, etc., la largeur de la crête est de 10,0m.

Circulation en crête de barrage : de la route d'accès au barrage de rive gauche à la crête de barrage de rétention d'eau de rive gauche, par le tronçon bâtiment, le pont de circulation amont du tronçon de vanne d'éversant, le tronçon de rétention d'eau de rive droite et à la crête de barrage droit. Dans le champ de crête de barrage, un véhicule peut circuler, pour le transport extérieur, la route d'accès au barrage de rive gauche peut servir.

(3) Joint de séparation de barrages et Water stop

Pour satisfaire à l'exigence de libération de température, de sollicitation et du tassement de déformation des constructions, etc., entre les constructions adjacentes du barrage de rétention d'eau, au sens vertical au flux d'eau, nous avons pris des mesures pour les joints de séparation; en même temps pour satisfaire à l'exigence contre la fuite, des joints d'étanchéité water stop sont installés dans les joints de séparation..

La position des joints de séparation est déterminée en fonction de l'implantation de construction, de condition du bétonnage et de température de béton, etc. Au corps de barrage de rétention BAC, ont dispose de sept 7 joints, l'intervalle est de 14.0m~34.0m.

Les joints transversaux de différents tronçons de structures relient l'amont et l'aval, au côté amont du joint transversal du barrage, on dispose de deux lames waterstop, le premier est le waterstop en cuivre, le deuxième est le waterstop en caoutchouc ; au raccordement entre l'aval de la vanne d'évacuation d'eau et le bassin de dissipation, on dispose respectivement un waterstop vertical et horizontal en cuivre, en vue de former une zone étanche.

(4) Zonage des matériaux en béton

Lors de Zonage des matériaux en béton du barrage, tenir compte des exigences telles que la résistance du barrage, la résistance à la pénétration, au gel, à la durabilité au frottement, à la fissure, aux méthodes d'exécution, etc.

1) Les critères de résistance du béton de différentes zones doivent satisfaire à l'exigence de portance en état limite du barrage.

2) Sur la base de tenir compte de condition de service, de l'état de sollicitation, de performance du béton d'utilisation raisonnable, de réduire la quantité de zonage, de réduire l'interférence sur l'exécution en vue de faciliter la maîtrise d'exécution.

Selon le principe ci-dessus, en associant la condition de service du béton de différentes parties du barrage de rétention d'eau, en comparant avec les travaux similaires, nous avons fait le zonage du béton du barrage comme suit :

Le site du barrage est de la zone du climat de savane, le béton n'est soumis à l'exigence

de résistance au gel ; la chute devant le barrage de rétention est basse, la classe de résistance à la pénétration du béton maîrisée doit pas être inférieure à W4.

(1) Vanne déversant : le remblai de base adopte un béton de formulation C20, le radier de chambre de vanne adopte un béton de formulation C25, les piles et les pieds adoptent un béton de formulation C30.

(2) Tronçon du barrage de rétention d'eau : le corps du barrage adopte un béton de formulation C20.

(3) Dalle : radié mur lactéal et le mur de dérivation adoptent un béton de formulation C25.

1.2.4.4.2 Construction de dissipation d'énergie

(1) Cote de crête du batardeau et dimension d'orifice de vanne

1) Elévation de crête du batardeau

La cote de crête de batardeau est déterminée par la comparaison de cote du lit, du flux d'eau, de sable, de condition géologique, de forme de batardeau, etc., en général, pour évacuer plus d'eau, chasser plus de sable, la cote de crête est de même niveau que la cote du fond du lit naturel. Si la cote est trop élevée, la pression de dissipation en aval peut augmenter, la chasse de sable n'est pas favorable ; si la cote est trop basse, la hauteur de vanne peut augmenter, la taille de vanne a aussi augmenter ; en même temps peut entraîner la sédimentation du lit en aval, va baisser l'effet d'évacuation des crues et de l'évacuation de sable des constructions.

La vallée du présent ouvrage est étroite, l'espace d'implantation d'orifice d'évacuation d'eau est limité, d'abord s'assurer que la capacité d'évacuation des crues satisfait à l'exigence ; en même temps, réduire le dépôt de sédiment devant la prise d'eau, à la fois tenir compte de la fonction de la chasse de sable. Le lit du site a développé des sillons profonds, la cote mini est d'environ de 359m, la cote du lit en aval du site est de 368m, la cote du lit naturel du site est prise en compte selon 368m. Le niveau de retenue d'eau normale du présent ouvrage est de 385m, la cote de prise d'eau est de 370m, pour tenir compte de la chasse de sable, réduire le passage de sable du bâtiment, la cote de crête de batardeau est inférieure à celle de prise d'eau ; en même temps pour réduire la hauteur de vanne, maîtriser la taille de vanne, la cote ne doit pas être trop basse. En tenant compte des exigences, comme la dissipation d'énergie, de chasse de sable, de taille de vanne, etc., en associant la condition du relief du lit naturel, nous avons adopté la cote de crête de batardeau à 369,00m.

2) Nombre d'orifice de vanne et dimension

Pour que la construction d'évacuation d'eau puisse avoir certaine capacité d'évacuation, favorise l'évacuation en période des crues, l'orifice d'évacuation du présent ouvrage adopte l'implantation ouverte, la vanne de service adopte la vanne en segment. Selon la cote de crête de batardeau, la hauteur de rétention d'eau de vanne est de 16m, tenant compte de l'exigence de structure de vanne en segment, la dimension d'un orifice de vanne déversant est 10.0m×16.0m (largeur x hauteurs). La taille d'évacuation des crues du présent ouvrage n'est pas importante, en fonction de calcul de la capacité d'évacuation, installer un orifice de vanne déversant peut satisfaire à l'exigence de la capacité d'évacuation. Tenant compte de condition locale de fonctionnement et de maintenance, pour assurer la sécurité d'évacuation et de condition de visite de vanne, le présent ouvrage dispose de deux orifices de vanne déversant, qui fonctionnent en redondance, quand un orifice tombe en panne, en situation de maintenant, ou l'aménagement rencontre des crues extrêmes, le deuxième sera mis en service.

Vu ce qui est cité, le nombre d'orifice de la vanne de restitution du présent ouvrage et la dimension, nous recommandons d'adopter 2-10.0m (16.0m.

(2) Implantation de la structure de vanne déversant

La vanne de restitution est implantée sur le lit de rive droite, la base repose sur les roches de base à faible altération. La longueur totale du tronçon de vanne déversant est de 30,0m, la cote de crête est de 388,00m, la hauteur maxi de vanne est de 33,0m. Installer 2 orifices de vanne déversant, la dimension d'orifice est de 10.0m×16.0m (largeur x hauteur), le batardeau déversant adopte le batardeau pratique ouverte, la cote de crête est de 369,00m ; l'amont au point d'origine de crête est la courbe cylindrique, l'équation de courbe et le parement de débordement de l'aval de crête adopte la courbe de puissance ; l'extrémité de courbe raccorde le tronçon de contre arc dont le rayon est de 20,0m, le point le plus bas de contre arc est la cote de 365,00m, passe par le radier de chambre de vanne, relie au bassin de dissipation en aval.

La longueur de chambre de vanne le long du cours d'eau est de 33,5m, l'épaisseur du radier est de 4,0m (en dessous de la cote de 361.00m est la base changée en béton C20). 2 orifices de vanne déversant sur un tronçon de barrage, la pile latérale est épaisse de 3,0m, la pile intermédiaire est épaisse de 4,0m, la bordure de pile de vanne est en arc, la pile adopte la structure en béton courant.

Dans la chambre de vanne déversant, installer une vanne de visite et une vanne de service en segment. La vanne de visite est ouverte et fermée par le treuil de crête, la vanne segment de service est ouverte et fermée par le treuil en crête. En crête de vanne déversant, on

installe le pont de circulation, les poutres de rail du treuil, les poutres du caniveau, les installations d'observation, etc., les piles permettent de disposer le local de treuil de vanne de service en segment.

(3) Implantation de la structure du bassin de dissipation

D'après le résultat de calcul de dissipation, la cote de crête du radier du bassin de dissipation est de 365,00m, l'épaisseur retient 2,0m, à l'extrémité du bassin de dissipation, installer le seuil à hauteur de 3,0m, la largeur de seuil est de 2,0m, la cote de seuil est de 368,00m, la ration contre pente devant le seuil est de 1 : 1. Le bassin de dissipation adopte la section rectangulaire. La cote de crête du radier du bassin de dissipation est de 365,00m. La longueur totale le long du cours d'eau est de 40,0m. La profondeur est de 3,0m et la cote de crête a une épaisseur de 2,0 m. Sur le côté gauche du bassin est le mur de cloison du bâtiment du barrage, la crête est large de 3,0m ; côté montagne à la rive droite, on a le mur de soutènement équilibre, la crête est large de 1,5m, le parement amont est vertical ; la cote de crête du mur des deux côtés est de 376,00m.

1.2.4.4.3 Conception du traitement de base

(1) Bétonnage de consolidation de la fondation de barrage

Tenant compte du développement des failles à petite dimension, des joints dans les roches de base, les roches locales sont fracturées ; pour élever l'intégrité des roches et le module élastique, réduire la déformation des roches sous sollicitation, élever la résistance à compression et au cisaillement, baisser la perméabilité de la fondation de barrage, des injections de coulis de ciment pour la consolidation seront réalisées en amont et en aval de barrage de rétention d'eau des deux rives, la profondeur d'injection de consolidation est de 5,0m.

(2) Rideau contre la fuite de fondation de barrage

L'implantation de drainage contre la pénétration tient compte de l'exigence des trois aspects : réduire la fuite de fondation de barrage et de barrage d'alentour, éviter leur influence défavorable sur la stabilité de fondation de barrage et les talus des deux rives ; éviter que la surface de structure de la fondation, la zone fracturées des failles et les roches à faible résistance à la pénétration s'affaiblissent etc., sous l'action d'infiltration, se produisent des dommages ; il faut maîtriser la pression d'infiltration à la surface de la fondation et le volume de fuite dans le champ admis.

La couche d'isolation à la rive gauche du site du présent ouvrage est profonde, les montagnes à la rive droite sont minces, il existe des problèmes de fuite au niveau de la

fondation et du barrage d'alentour.

Pour réduire la pénétration de fondation et de barrage d'alentour, baisser la pression de pénétration, éviter l'influence défavorable sur la stabilité de fondation, en même temps, éviter que la surface de faible structure connait des dommages, la protection contre les infiltrations d'eau dans la fondation adopte l'injection de rideau de coulis de béton, la profondeur, en principe, est maîtrisée suivant 3,0m en dessous de ligne de couche d'isolation d'eau(5Lu) ou 0,5 fois de la chute de rétention d'eau, l'intervalle des rideaux est de 2m. Le rideau contre la l'infiltration de barrage d'alentour des deux rives est prolongée jusqu'au croisement entre le niveau de retenue d'eau normale et la ligne d'eau souterraine.

Sur le cote Ouest de bâtiment du le lit, lors de fonctionnement normal, le niveau en aval est élevé si on installe la galerie de drainage dans le barrage frein, il faut disposer des installations de drainage. En tenant compte que le présent ouvrage est un barrage frein à basse chute, en même temps pour faciliter l'exécution, dans le barrage, ne pas disposer de galerie de drainage dans la fondation, le rideau sera réalisée après former sous la pression des blocs de base, en aval du rideau, ne pas installer des orifices de drainage.

1.2.4.5 Bâtiment de l'usine et station à interrupteur

Le bâtiment lit est implanté à la rive gauche, dans lequel, on dispose de quatre groupes à aube axiale dont la capacité unitaire est de 7.75MW. La longueur totale du bâtiment principal est de 79,00m, dont le local des machines est long de 58,00m, le local d'installation est long de 21,00m. La coté d'installation des groupes est de 370,2m, la cote du niveau de base de construction du bâtiment est de 357,4m, la hauteur maxi du bâtiment est d'environ de 40,00m. La cote de crête du barrage au niveau du tronçon du bâtiment est de 388,00m, identique que le barrage frein. La route d'accès dans le local d'installation passe par l'aval, la cote d'accès est identique que la plate-forme de fuite d'eau et le sol du local d'installation, la cote est de 370,45m, cela satisfait à l'exigence de prévention des crues. Le local d'installation est implanté à l'extrémité gauche du local des machines, le bâtiment secondaire est implanté à la crête de la conduite de fuite d'eau, au fond du local d'installation, du coté amont et sur le coté gauche du bâtiment. Le transformateur principal et le local GIS sont implantés en partie supérieure de la plate-forme de fuite d'eau, la crête du local GIS est implantée au champ du départ.

Le canal d'entrée d'eau est déblayé par la terrasse de la rive gauche, la cote du fond est de 368,00m. Le canal d'amène est relié au lit par la forme à variation progressive, en vue d'assurer que le flux d'eau coule dans le bâtiment.

Le canal de fuite d'eau est de même largeur que le local des machines, la cote de sortie du tuyau de fuite d'eau est de 359,58m, par le tronçon de contre pente à 1 :4 et remontée à la cote de 367,50m, s'allonge et se relie avec le lit. Entre le canal de fuite d'eau et la vanne d'éversant, on dispose du mur de guidage.

Le transport extérieur du bâtiment est raccordé à la route du passage à la rive gauche.

1.2.4.6 Surveillance de sécurité

La conception de surveillance de sécurité suit le principe dont "l'implantation de surveiller doit accentuer sur les points importants, auscultation de l'état général, on peut surveiller efficacement, raisonnablement et faiblement le fonctionnement des travaux et l'étude de feedback de conception", les objets de surveillance comprennent le barrage frein de rétention d'eau, le bâtiment, etc., la surveillance de différentes parties doit être coordonnée avec les démarches d'avancement, et s'est effectué par étape, en vue d'assurer le bon déroulement des travaux.

Le contenu de surveillance comprend :

(1) Le barrage de rétention d'eau et le bâtiment : déplacement horizontal, déplacement vertical, pression de fondation de barrage, volume de fuite, fuite du barrage d'autour.

(2) Volume de l'environnement : surveiller le niveau d'eau, la température, les précipitations, etc.

(3) Contrôle ambulant : comme la taille des travaux est grande, le champ est large, les facteurs sont nombreux, dépendre seulement des instruments pour surveiller la performance des constructions a une grande contrainte. Pour connaître et maîtriser correctement et pleinement l'état de service des travaux, analyser et prévoir la tendance de variation des constructions adjacentes, le contrôle ambulant est un moyen important en dehors des instruments. L'exigence, les items, la méthode, le procès-verbal et le régime de contrôle ambulant etc. respectent les dispositions et les exigences de « Norme technique de surveillance de la sécurité du barrage en béton » .

1.2.5 Structure électromécanique et métallique

1.2.5.1 Equipements hydraulique

(1) Choix du modèle du groupe et du nombre d'installation

D'après les dispositions de « Norme de conception électromécanique de l'aménagement hydro électrique » (DL/T5186) , le champ de chute d'utilisation de turbine axiale tubulaire est respectivement 3-80m, 3-30m, le champ de variation de chute du présent aménagement est de

8-17m, le choix des turbines porte sur les turbines type à roue axiale, à ampoule tubulaire. En tenant compte de la réalité du réseau d'électricité, de l'expérience de gestion de fonctionnement des centrales de la République centrafricaine, nous avons adopté la turbine à aube axiale verticale.

D'après les paramètres d'énergie hydraulique du présent aménagement, la capacité installée totale est de 31MW. Selon la capacité installation nationale de la République centrafricaine en 2014, est seulement de 43MW, la capacité installée unitaire du présent ouvrage n'occupe pas un rapport important dans la capacité installée totale, en cette étape, nous avons établi trois plans, soit 3, 4, 5 groupes, et nous avons fait du jugement comparatif, la capacité unitaire de différent plan est respectivement 10.33M, 7.75MW, 6.2MW. D'après les calculs, le diamètre de roue de la turbine des trois groupes est de 4,4m, celui des quatre groupes est de 3,8m, celui des cinq groupes est de 3,3m, du point de vue technique, la conception et la fabrication des groupes de turbines sont faisables.

En tenant compte de l'implantation des ouvrages sous la limite de largeur du lit, en cette étape, nous avons établi 4 groupes.

(2) Choix de la chute nominale

D'après les dispositions de 《Norme de conception électromécanique de l'aménagement hydro électrique》 : “Pour la centrale au fil de l'eau, la chute de turbine dépend du volume d'évacuation et du niveau de fuite d'eau. La chute nominale de turbine est retenue selon la chute nette du fonctionnement à la capacité suffisante de la centrale. Lors du choix de chute d'eau, compte tenu de la perte hydraulique totale du cours d'eau de turbine sous le régime nominal, réserver une marge adaptée.”. En associant le résultat de comparaison de la chute nominale de conception, la chute nominale des turbines retenue est 10,7m.

(3) Paramètre prévu de turbine

No	Elément	Unité	Paramètre
1	Modèle du groupe		ZZ***-LH-380
2	Diamètre de roue D1	m	3.8
3	Puissance nominale	MW	8.032
4	Tour nominal	r/min	125
5	Chute nominale	m	10.7
6	Débit nominal	m ³ /s	83.43

7	Ratio du tour nominal	m (kW	579
8	Coefficient du tour nominal		1894
9	Efficienc e du point nominal	%	≥ 92.0
10	Nb tour	r/min	~260 (connexion coordonné e), ~300 (connexion non coordonné e)
11	Hauteur d'extraction admise Hs (à la ligne centrale des aubes)	m	-0.2

(4) Calcul de garantie de r é gulation

Le présent aménagement est un bâtiment de type lit, le système d'adduction d'eau unitaire est court.

Quand l'inertie de fonctionnement du groupe GD2 est 1080t/m², la durée de fermeture linéaire des aubes est 8s, d'après le calcul, le taux de montée de tour maxi des groupes est de 48,6%, la pression maxi d'entrée de volute est de colonne de 16,9m, le degré du vacuum de tuyau de fuite d'eau ne dépasse pas la colonne d'eau de 8,0m. cela satisfait à la condition de maîtrise calcul ée.

(5) Régulateur et dispositif à pression d'huile

Le présent aménagement a adopté un régulateur à double réglage programmable PID. Chaque régulateur est muni d'un jeu de dispositif à pression d'huile, leurs paramètres sont suivants :

Mod èle de r é gulateur	WST-100-2.5
Diam ètre de vanne de pression	$\phi 100\text{mm}$
Mod èle du dispositif à pression d'huile	HYZ-4-2.5
Pression d'huile d'opération nominale	2.5MPa

(6) Portique du bâtiment principal

Pour satisfaire au besoin d'installation, de visite des groupes, selon la capacité unitaire et le nombre des groupes, dans le bâtiment principal, installer un pont roulant à simple chariot, en fonction du poids de levage maxi dans le bâtiment (le rotor du g é n é rateur est lourd de 58t), en cette é tape, les param ètres du pont roulant sont suivants :

Forme de la grue	Grue portique à simple chariot
Poids nominale de levage	63/20/5t
Trav ée de portique	14m

Hauteur du levage du crochet 21m

1.2.5.2 Electricité

(1) Mode de raccordement au système d'électricité

Le présent aménagement compte raccorder par un circuit de départ 110kV à la station de transformation 110kV à Mbaiki, ensuite de la station de transformation, par la ligne 110kV, distribuer l'électricité à Bangui, Lobaye, Zinga- Libenge (RDC)

(2) Raccordement principal électrique

Le présent aménagement dispose de quatre groupes, la capacité unitaire est de 7,75MW, la combinaison de générateur – du transformateur compte adopter le raccordement élargi en deux générateurs et un transformateur, on installe deux transformateurs à double bobines, un circuit de départ 110kV, du côté de 110kV deux arrivées et un départ avec un raccordement par jeu de barre.

(3) Principaux équipements électriques

Le modèle du générateur est SF7.75-48/ (****), la puissance nominale est de 7,75MW, la tension nominale est de 6,3kV, le courant nominal est de 888A, le facteur de puissance nominale est de 0,8(retardé), la fréquence nominale est de 50Hz, le tour nominal est de 125rpm, le mode d'excitation emploie le système d'excitation à silicone statique contrôlable.

Le transformateur adopte le mode de transformateur triphasé de modèle SZ11—20000 / 110 avec une capacité nominale de 20000kVA.

1.2.5.3 Commande, protection et communication

L'aménagement dispose d'un système surveillance centralisée informatisée. Le personnel de permanence, dans la salle de commande centralisée, grâce aux interfaces machine-homme, tels que le moniteur, l'écran, la souris etc. réalise la mission d'automatisation générale à partir de poste d'opération du système de surveillance informatique. La commande locale est utilisée seulement dans le cas de mise au point, de visite ou de l'essai de machine après un accident.

La protection du relais dispose d'un dispositif de protection informatique, qui réalise la protection sur les groupes, les transformateurs, les lignes, etc.

Le système CC (courant continu) adopte un dispositif d'alimentation en CC à haute fréquence, avec des batteries au plomb éanche à commande par vanne.

Le système d'excitation adopte l'excitation à redressement de silicone statique contrôlable, qui fournit le courant d'excitation aux groupes.

Le dispositif de communication dispose de la transmission optique comme mode de

communication d'accès à l'aménagement ; par les échangeurs numériques intégrant le dispatching et l'administration pour construire le système de communication qui réalise l'ordonnancement de production et la gestion de production.

1.2.5.4 Structure métallique

L'aménagement hydroélectrique BAC de la République centrafricaine dispose quatre groupes, les ouvrages disposent respectivement : le système de débordement, le système d'adduction d'eau, etc., chaque système dispose des équipements à structure métallique, au total 16 orifices de vannes (rainure), 13 éventails de vanne, de dégrilleur (y compris 2 vannes provisoires), 5 jeux de treuil. Le volume total des travaux des équipements à structure métallique est de 2.021t, dont celui des vannes et de dégrilleur est de 1.082t, celui des composants entrées de vanne (rainure) est de 272t, celui de treuil et de rail est de 667t.

1.2.6 Ouvrage de départ

Le site de BAC et le site de LOTEMO sont deux aménagements hydroélectriques en cascade sur la Lobaye à distance entre eux de 14km. La capacité installée totale est de 60MW, dont le site de BAC de 31MW et le site de LOTEMO de 29MW. Il est prévu de construire le poste électrique central de 110kV à Mbaïki. Ces deux aménagements sont raccordés au poste électrique central de Mbaïki 110kV par la ligne aérienne à simple circuit 110kV, puis le poste électrique central est raccordé par le départ 110kV, aux villes de consommation telles que Bangui, Zinga-Libenge, Boda. Il est prévu de construire un nouveau poste électrique D à la capitale Bangui.

D'après la planification du Maître d'ouvrage, la capacité des aménagements en cascade sur la Lobaye (BAC & LOTEMO) est distribuée comme suit: 25MVA pour la capitale Bangui, 15MVA pour Mbaïki, 20MVA pour Zinga, 10MVA pour commune de Lobaye, 10MVA pour Boda. Compte tenu du fait que la consommation récente de l'électricité produite par les aménagements en cascade sur la Lobaye est centrée sur la capitale Bangui et la ville de Mbaïki, les ouvrages de transmission et de transformation électriques suivants sont à construire en même temps avec le présent aménagement:

Postes électriques:

- (1) Poste électrique central de Mbaïki 110kV;
- (2) Poste électrique de Bangui (poste D) 110kV.

Lignes de transmission:

- (1) Ligne à simple circuit 110kV de l'aménagement hydroélectrique de BAC au poste électrique central de Mbaïki 110kV, la longueur de la ligne est de 30 km;

(2) Ligne à simple circuit 110kV de l'aménagement hydroélectrique de LOTEMO au poste électrique central de Mbaiki 110kV, la longueur de la ligne est de 25 km;

(3) Ligne à double circuit 110kV du poste électrique central de Mbaiki 110kV au poste électrique de Bangui D 110kV, la longueur de la ligne est de 88 km.

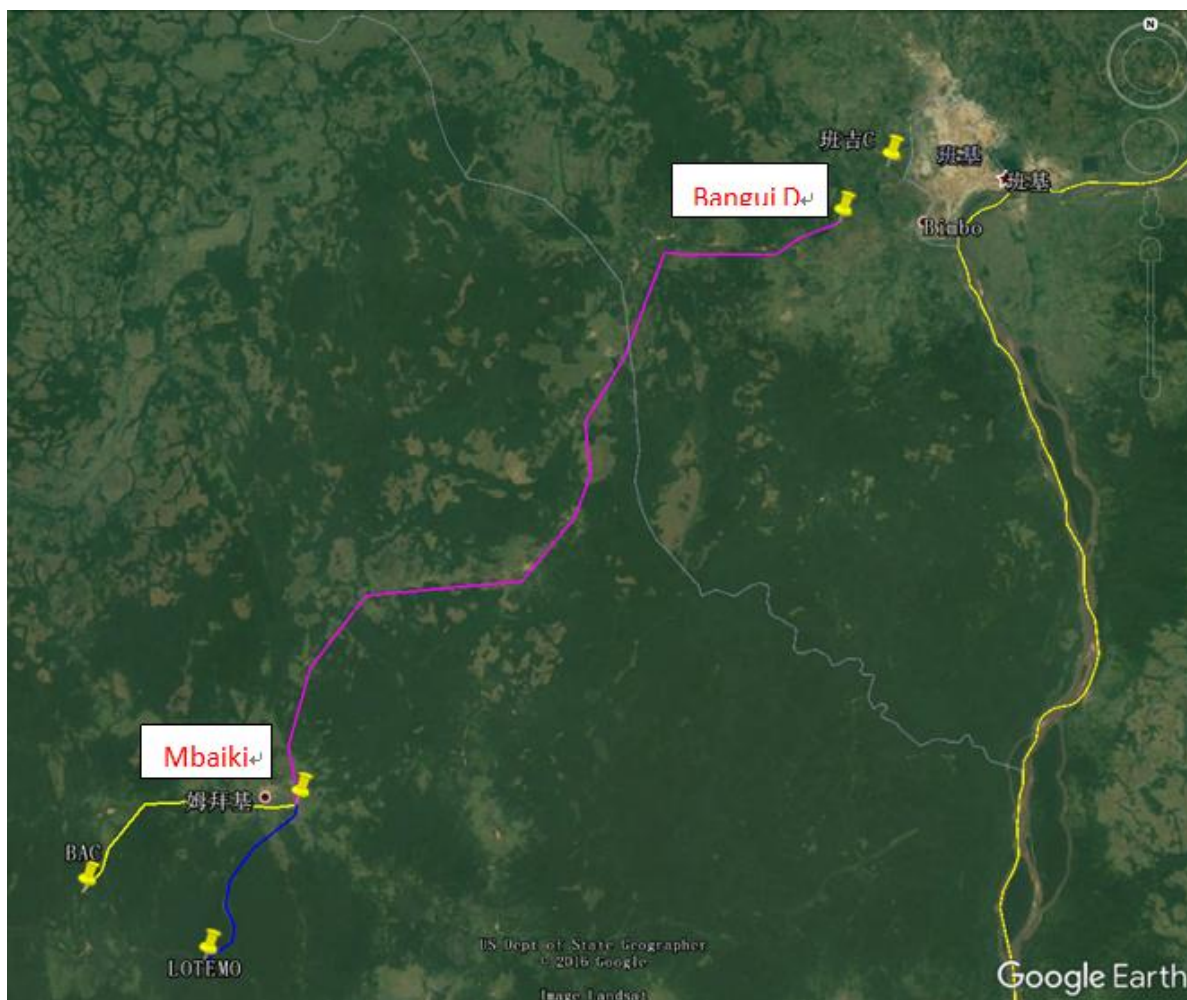


Figure 1.2.6-1 Schéma de principe de la ligne de transmission

1.2.7 Conception d'organisation d'exécution

1.2.7.1 Condition d'exécution

1.2.7.1.1 Condition des travaux

(1) Généralités des travaux

Le bassin versant Lobaye se trouve au Sud-ouest de la République centrafricaine, dans le Sud à 20km de la République du Congo. Le présent ouvrage adopte le mode de développement du lit, le niveau de retenue d'eau normale est de 385,00m, la capacité installée est de 31MW. Les ouvrages sont composés par la vanne de restitution, les tronçons de rétention d'eau des deux rives et le bâtiment lit etc., la longueur totale de crête est de 190,0m,

la hauteur maxi du barrage est de 33m.

(2) Condition du transport extérieur

Le présent ouvrage est à 31km de la banlieue du chef lieu de la préfecture de la Lobaye, Mba ki, à 139km de la capitale Bangui. La ville portuaire la plus proche de Mba ki est le Port Douala, le kilométrage est de 1609km, le transport extérieur est commode. Les équipements arrivent par voie maritime jusqu'au port de Douala, l'itinéraire du transport est : port Douala → Yaoundé → Bertoua → Garoua Boulai → Bouar → Boali → Bangui → Mba ki → site des travaux. La distance totale est de 1640km, c'est une ligne principale de transport du Cameroun vers la République centrafricaine, chaque semaine, à raison de deux convois périodiques de transport des marchandises. Dont la distance de la ligne sur le territoire du Cameroun est longue de 840km, l'état de route est bonne.

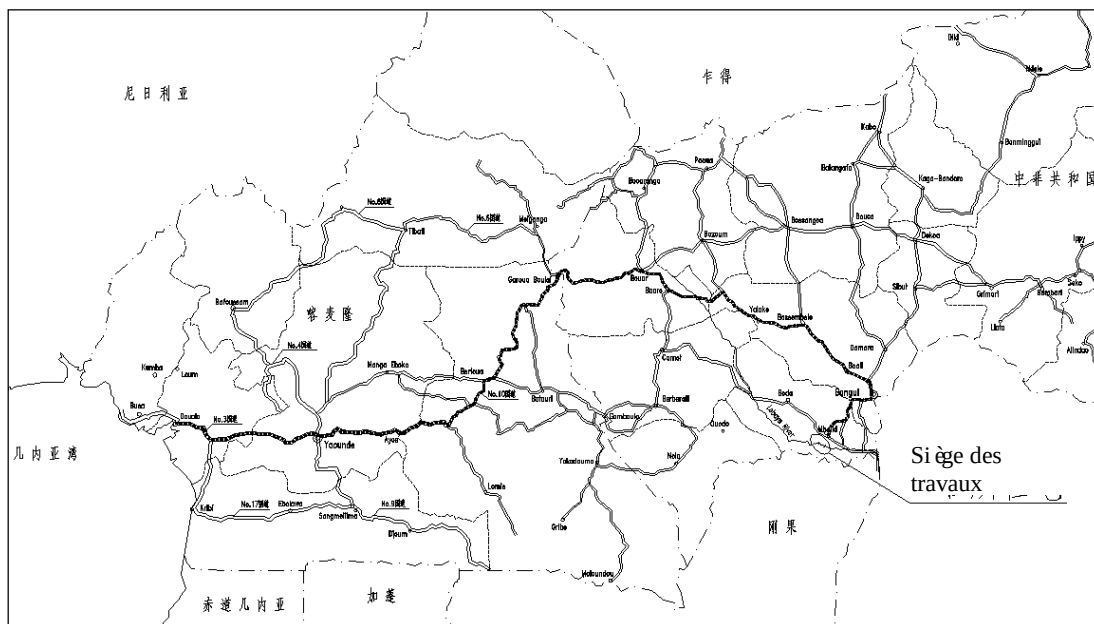


Figure 1.2.7.1-1 Schéma de la ligne de transport extérieure à l'aménagement hydroélectrique BAC

(3) Condition de l'emprise

La différence de hauteur des sommets des deux rives au site de barrage n'est pas grande, la plupart sont entre 500m-600m, sont des collines et quasi plaines. Le cours d'eau dans du site de barrage est droit, soit N13 E, passer la zone du site, le flux est doux, la vallée est profonde, la cote du niveau d'eau est de 371m, la largeur de rivière en période d'eau abondante est de 50m-70m, le niveau de la retenue d'eau normale est de 385m, la vallée est large de 150m-180m.

Les roches des deux rives au site sont profondes, la section de vallée présente une forme V asymétrique dont la rive gauche est douce, la rive droite est abrupte. La rive gauche est un talus en terre, la pente est de 10° à 20° , le relief est complet, principalement la forêt tropicale. La rive droite est un talus en roche, la pente est de 20° à 35° , localement il existe une falaise abrupte, sur le talus côté amont du site, la végétation est exubérante, principalement la forêt tropicale, la végétation côté aval n'est pas développée.

Le chantier d'exécution sera implanté le long de route d'accès et des voies d'accès interne du site, après le décapage, la condition du chantier sera relativement bonne.

(4) Exigence de navigation et d'alimentation d'eau en aval

D'après les enquêtes, le tronçon du présent ouvrage n'a pas d'exigence de navigation. L'ouvrage n'a pas de besoin d'alimentation d'eau.

(5) Matériaux de construction naturels

Les matériaux de construction naturels nécessaires à la construction des travaux comprennent les agrégats du béton de vanne déversant et du bâtiment, les concassés et peu de terre nécessaires au remblai de batardeau, etc. Après la prospection des matériaux de construction naturels, les réserves des terres et des roches à proximité de la zone des travaux et la qualité satisfont au besoin de construction ; le déblai du canal découvert et de fondation de barrage peut servir comme remblai ; les graviers dans la zone des travaux sont pauvres en quantité, il faut acheter à l'extérieur.

(6) Principales provisions extérieures

Les principales provisions extérieures comprennent le ciment, les cendres volantes, les armatures, les aciers, les matériaux explosifs et les huiles etc. d'après l'enquête, l'approvisionnement des matériaux de constructions localement sont limités, il faut importer par le Cameroun ou d'autres pays et régions.

(7) Condition d'approvisionnement d'eau, d'électricité, de moyen de communication, etc.

La qualité d'eau du tronçon des travaux est bonne, le débit est élevé sur toute l'année entière, donc au cours d'exécution, l'eau de production et de vie peut retirer directement de la rivière Lobaye, la zone loin du bord de rivière peut utiliser le mode de forage du puits pour trouver la solution.

La condition d'approvisionnement d'électricité dans la zone des travaux est mauvaise, impossible d'approvisionner l'électricité par le réseau local d'électricité, la capacité et la condition d'approvisionnement ne peuvent pas satisfaire au besoin de consommation d'eau, au cours d'exécution, nous allons utiliser des générateurs diesel pour la fourniture en

électricité

Le site des travaux ne dispose pas de signal de réseau de téléphonie mobile, à Mbaiki, il existe que le signal 2G, ne peut pas satisfaire au besoin des travaux. Quand l'entrepreneur entre au chantier, il sera nécessaire pour l'entrepreneur d'installer une antenne relais par le biais des opérateurs de téléphonie locale.

1.2.7.1.2 Condition naturelle

(1) Condition hydrologique

La rivière Lobaye est un affluent classe I à la rive droite de fleuve Oubangui (affluent classe I du fleuve Congo). Les affluents de Mbomou et de Uele en amont, après la confluence, il est appelé le fleuve Oubangui, à l'Ouest, après un écoulement de 350km, ensuite descend vers le Sud-ouest, passe par Bangui, ensuite vers le Sud, à 500km, coule dans le fleuve Congo.

La rivière Lobaye prend son origine à proximité de Bouar, l'altitude est de 1000m, de son point d'origine, la rivière s'oriente vers le Sud-est, à proximité de MANDOUKOU, elle se jette dans la rivière MBAERE, ensuite elle s'oriente vers l'Est, enfin elle est injectée dans la rivière de Oubangui, l'altitude de l'estuaire est d'environ de 336m. La longueur de la rivière LOBAYE est d'environ de 450km, la baisse de pente moyenne est d'environ de 1.5‰.

La surface de collecte d'eau du site Bac est de 29830km², en amont est la savane, en milieu et en aval, est la forêt tropicale vierge.

Le débit moyen pluriannuel et la distribution annuelle du site Bac sont indiqués dans le tableau 1.2.7.1-1, le résultat des crues de conception de l'aménagement hydroélectrique BAC est indiqué dans le tableau 1.2.7.1-2, le résultat de conception des crues par étape du site de l'aménagement hydroélectrique BAC est indiqué dans le tableau 1.2.7.1-3.

Tableau de débit moyen pluriannuel et la distribution annuelle du site de l'aménagement hydroélectrique BAC

Tableau 1.2.7.1-1

Mois	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre	Janvier	Février	Mars	Année
Débit (m ³ /s)	217	226	250	277	329	394	438	389	287	241	217	210	290
Pourcentage (%)	6.4	6.0	7.3	7.8	9.6	11.2	12.8	11.4	8.1	7.1	6.1	6.2	100.0

Tableau du résultat des crues de conception du site de barrage BAC

Tableau 1.2.7.1-2

Fréquence (%)	0.1+Δ	0.2	0.5	1	2	5	10	20
Débit (m³/s)	1150	961	913	878	836	782	734	680

Tableau du résultat de conception des crues par étape du site de l'aménagement hydro électrique BAC

Tableau 1.2.7.1-3

Crues de conception	P=5%	P=10%	P=20%
Année entière	782	734	680
Décembre – juin suivant	614	556	494
Décembre – juillet suivant	654	592	527
Janvier – juin	539	490	434
Janvier – juillet	590	537	485
Décembre – février suivant	614	556	494
Juillet – août	782	734	680

(2) Condition météorologique

La rivière Lobaye se trouve dans la zone du climat forestier tropical, en général du mars à octobre est la saison de pluie, en général entre août et octobre les précipitations sont maxi, la saison sèche est du décembre au février suivant, la durée est courte, les précipitations annuelles moyennes sont de 1500mm.

D'après les statistiques d'évaporation entre 1967-1975 de la station Bangui, l'évaporation annuelle moyenne (observation) est de 1500mm.

La température maxi dans le bassin versant Lobaye arrive entre février –avril, en mai-juillet, la température baisse un peu, la température mini arrive en août, ensuite la température remonte. La variation de température journalière est importante en saison sèche, est petite en saison de pluie. D'après les données de température entre 1960-1976 de la station Boukoko, la température moyenne annuelle est de 24.3°C.

Les caractéristiques météorologiques de la zone des travaux sont indiquées dans le paragraphe 1.3.

(3) Géomorphologie

La différence de hauteur des sommets des deux rives au site de barrage n'est pas grande, la plupart sont entre 500m-600m, sont des collines et quasi plaines. Le cours d'eau dans le site

de barrage est droit, par N13 E, passe la zone du site, le flux est doux, la vallée est profonde, la cote du niveau d'eau est de 371m, la largeur de rivière en période d'eau abondante est de 50m-70m, au niveau de retenue d'eau normale de 385m, la vallée est large de 150m-180m.

Les roches des deux rives au site sont profondes, la section de vallée présente une forme V asymétrique dont la rive gauche est douce, la rive droite est abrupte. La rive gauche est du talus en terre, la pente est de 10°~20°, le relief est complet, est principalement la forêt tropicale. La rive droite est du talus en roche, la pente est de 20°~35°, localement il existe la falaise abrupte, au talus côté amont du site, la végétation est exubérante, est principalement la forêt tropicale, la végétation côté aval n'est pas développée.

(4) Lithologie des strates et structure tectonique

La lithologie des affleurements dans la zone du site est simple, principalement est du grès du quartz précambrien (PP(q)) et la couverture quaternaire(Q4). Selon les âges, sont respectivement comme suit :

Précambrien (PP(q)): roches sédimentaires, la lithologie est grès du quartz, gris – gris blanc, couche à épaisseur moyenne-intercalaire.

Quaternaire (Q4) : la strate quaternaire est composée par les sédiments alluviaux, les résidus de pente, etc., dont :

Le site n'a pas détecté la surface I, II, la surface de structure classe III, IV dans le site n'est pas développée à la rive droite, à la rive gauche, est développée localement, la largeur et l'épaisseur de remblai sont principalement 3cm~30cm, les remblais dans les failles sont principalement des roches en morceau, des roches cassées et des débris, en état de forte altération, le type de surface de structure sont des morceaux, des débris.

(5) Condition hydrogéologique

1) Eau souterraine

L'eau souterraine dans la zone du site est composée par l'eau de fente quaternaire et l'eau de diabase des roches de base pénétrée par les précipitations. Dont l'eau en fente distribue dans la couche alluviale du lit et les pentes résiduelles de la rive gauche, l'eau de diabase est formée par l'eau de surface pénétrée dans les fentes des roches, est évacuée vers le lit.

2) Perméabilités des roches et des terres

La couverture du lit est composée par le mélange de caillou quaternaire, le mélange de pierre erratiques, ensuite par les graviers, et le sable, le sable et les graviers sont remplis entre les pierres erratiques et les cailloux, le diamètre de erratiques est d'une dizaine de centimètre,

la composition est du grès de quartz, du quartz, en forme de rond – quasi rond, la classe de perméabilité est moyenne – forte. Dans le talus de rive gauche, les roches de surface sont centrées sur la perméabilité moyenne – forte, dans le talus de rive droite, les roches sont centrées sur la perméabilité moyenne – faible.

3) Niveau d'eau souterraine et couche d'isolation d'eau

D'après le résultat d'observation de forage des deux rives à la zone du site, la profondeur d'eau souterraine du talus est claire, légèrement plus élevée que le niveau d'eau de rivière. La profondeur d'eau souterrain à la rive gauche est de 3.8m~13.1m, la cote est de 372m~382m; la profondeur d'eau souterraine à la rive droite est de 5m~13.8m, la cote est de 373m~381m.

(6) Phénomène géophysique

1) Altération des roches

Les roches de l'aménagement hydroélectrique BAC sont divisées en faible et forte altération, dont la faible altération est divisée en segment supérieur et inférieur. Sur le talus de la rive gauche du site, distribue une couverture, la profondeur de l'altération totale est de 1.8m~3.0m (compter à partir du sol, idem, la profondeur de l'altération forte est de 2.3m~3.8m, la profondeur de l'altération faible est de 11.5m~13.1m; le lit n'a pas de roches à altération totale – forte, la profondeur de limite inférieure du segment supérieur de faible altération est de 8.5m~10.8m. Les roches de base à la rive droite sont exposées, la profondeur de limite inférieure du segment supérieur de faible altération est de 10.8m~13.8m. Le niveau d'altération des roches à la rive gauche et droite au site est similaire.

2) Décharge des roches

La vallée du site est profonde, ce qui entraîne la pente à produire de décharge vers le sens en air. La fonction de décharge des roches effectue le long de pente vers les fentes d'inclinaison moyenne, sont représentés en augmentation de quantité de fissures et de l'élargissement d'ouverture de fente, dans la partie des fentes denses, la décharge est évidente, son intensité diminue avec l'augmentation de profondeur horizontale.

La zone de décharge au site se développe le long des fentes au sens NNW, NNE, les caractéristiques du développement sont :

Zone de forte décharge : le développement des fissures est dense, la surface de fentes est généralement rouillée, la fente tectonique est ouverte, l'ouverture est de 1cm~5cm, les roches sont meubles ou l'ensemble est meuble dans la zone.

Zone de faible décharge : le développement des fissures n'est pas dense, la distribution est non homogène, la surface de fente grande est rouillée, une partie est remplie des débris, l'ouverture est de 1mm~5mm, les roches d'autour sont légèrement meubles, la surface de

fente est légèrement rouillée, l'ouverture est petite, l'allongement est court.

1.2.7.2 Dérivation d'exécution

1.2.7.2.1 Mode de dérivation

D'après le programme d'avancement du présent ouvrage et les caractéristiques d'exécution de chaque étape, de l'exécution du canal découvert à l'achèvement des travaux, la dérivation est divisée en trois étapes suivantes :

(1) Etape de dérivation phase I

Du mois de juillet de 1^{ère} année, on commence l'exécution du canal découvert à la rive gauche, jusqu'au novembre de 1^{ère} année, la condition d'évacuation d'eau du canal est remplie, est la phase I de dérivation

(2) Etape de dérivation phase II

Du décembre de 1^{ère} année, commencer la rétention d'eau à la rive droite en phase II, jusqu'au novembre de 2^{ème} année, à l'installation de vanne déversant, la condition de rétention et d'évacuation d'eau est remplie, est la phase II de dérivation.

(3) Etape de dérivation phase III

Du décembre de 2^{ème} année, commencer la rétention d'eau à la rive gauche en phase III, jusqu'à fin avril, est la phase III de dérivation.

Dont la rétention phase III à la rive gauche du lit commence en décembre de 2^{ème} année, jusqu'au mars de 4^{ème} année, la descente de vanne provisoire à la prise d'eau du tronçon du bâtiment ; est la phase III de rétention du batardeau de dérivation ; du mars de 4^{ème} année, commencer la descente de vanne provisoire de prise d'eau du tronçon bâtiment, jusqu'à fin avril de 5^{ème} année à l'achèvement, est la phase ultérieure de dérivation.

1.2.7.2.2 Norme de dérivation

Le présent ouvrage est un ouvrage classe 3, les constructions permanentes sont des constructions classe 3. D'après les dispositions de «Norme de conception d'organisation d'exécution des travaux hydroélectriques» (DL/T5397-2007) , selon les objets protégés, la conséquence d'accident, la durée de vie et la taille des travaux, nous avons déterminé les batardeaux phase II, III comme constructions provisoires classe 5.

Les batardeaux phase II, III sont des constructions provisoires classe 5, adoptent la structure de terrassement, d'après les dispositions de «Norme de conception d'organisation d'exécution des travaux hydroélectriques» (DL/T5397-2007) , la norme des crues de conception des batardeaux phase II, III est les crues à retour de 10-5 ans. Tenant compte de la taille du présent ouvrage, la différence de débit des crues à retour de 10-5 ans n'est pas grande,

la norme des crues de conception des batardeaux phase II, III adopte la norme des crues à retour de 10 ans, le débit des crues est de $734\text{m}^3/\text{s}$.

1.2.7.2.3 Procédure de dérivation

La procédure de dérivation d'exécution est indiquée dans le tableau 1.2.7.2-1.

Tableau de procédure de dérivation d'exécution

Tableau 1.2.7.2-1.

No	Etape de dérivation	Période de dérivation	Norme de dérivation		Construction de dérivation		Niveau d'eau de l'amont(m)	Niveau d'eau de l'aval(m)	Partie d'exécution
			Fréquence	Débit (m ³ /s)	Constructions de rétention d'eau	Constructions d'évacuation d'eau			
1	Dérivation phase I	Du juillet de 1 ^{ère} année au novembre de 1 ^{ère} année	20% (année entière)	680	Digue en roche réservée, batardeau du canal de dérivation	Lit existant	374.17	373.90	Canal secoure à la rive gauche et mur de dérivation du canal
2	Dérivation phase II	Du décembre de 1 ^{ère} année au novembre de 2 ^{ème} année	10% (année entière)	734	Batardeau en terrassement en amont et en aval phase II	Canal découvert	375.06	374.18	Barrage frein de la rive droite
3	Dérivation phase III	Du décembre de 2 ^{ème} année au février de 4 ^{ème} année	10% (année entière)	734	Batardeau, mur de dérivation en amont et en aval phase III	Vanne de vidange	376.67	374.18	Tronçon du barrage du bâtiment de la rive gauche
		Du mars de 4 ^{ème} année au décembre de 4 ^{ème} année	5% (année entière)	782	Vanne d'entrée d'eau, batardeau en aval	Vanne de vidange	377.18	374.68	Tronçon du barrage du bâtiment de la rive gauche

1.2.7.2.4 Conception de construction de dérivation

Les principales constructions de dérivation sont : le canal découvert de dérivation, le batardeau d'exécution du canal découvert de dérivation, le batardeau en terrassement amont et aval phase II, le batardeau amont et aval phase III.

Le canal découvert de dérivation est implanté sur le talus de rive gauche du site, présente en forme de tronçon à double courbe, de l'entrée au virage de l'amont le sens d'axe est de N19.6°W, de virage de l'amont au virage de l'aval, le sens d'axe est de N11.8°E, de virage de l'aval à la sortie, le sens d'axe est de N62°E. Son entrée se situe à 115m en amont de la ligne d'axe du site, la sortie se situe à 150m de l'aval de la ligne d'axe, la cote du radier d'entrée est de 368m, la cote du radier de sortie est de 367,5m, la longueur totale est de 300,5m. Le radier du canal, par la pente horizontale, arrive à la ligne d'axe, par la pente de 1 :6, baisse à la cote de 367,5m, ensuite par la pente horizontale, arrive à la sortie du canal. Le mur de guidage en moellon du canal, est implanté au côté droit du canal, la longueur totale du mur est de 242,4m, y compris le tronçon de l'amont de 96,3m, le tronçon de l'aval de 146,1m.

Le batardeau amont et aval phase II, III adoptent la structure en terrassement. Le batardeau amont et aval phase II est implanté sur le lit au côté droit du canal, la longueur totale est de 77,4m, la cote de crête est de 376,0m, la largeur est de 8m, la hauteur du batardeau est de 15m ; la longueur totale du batardeau en aval est de 110m, la cote de crête est de 375,0m, la largeur est de 8m, la hauteur du batardeau est de 14m. Le batardeau de l'amont phase III est une combinaison de batardeau en terrassement et du batardeau en terre, la cote de crête est de 377,20m, la hauteur maxi du batardeau est de 9,2m, la largeur est de 6,0m, la longueur d'axe est de 36,5m, le batardeau en béton est long de 53,4m ; le batardeau en aval phase III est la combinaison de batardeau en terrassement et du batardeau en béton, la cote de crête est de 374,70m, la hauteur maxi du batardeau est de 7,2m, la largeur est de 6,0m, la longueur d'axe est de 36,5m, la longueur du batardeau en béton est de 37,3m.

1.2.7.2.5 Rétention du cours d'eau

D'après les dispositions de « Norme de conception d'organisation d'exécution des travaux hydro électriques » (DL/T5397-2007), la norme de rétention d'eau adopte le débit moyen mensuel ou des quinze jours à retour de 5-10 ans. La taille du présent ouvrage est petite, la norme de rétention du batardeau retient le débit moyen des quinze jours à retour de 10 ans. D'après l'avancement général, la rétention phase II retient début décembre de 1ère année, la rétention phase III retient milieu décembre de 2ème année. Le mode de rétention retient la rétention de bouchage vertical.

1.2.7.3 Choix de sources des matériaux et exploitation des emprunts

Le volume du béton du gros œuvre et des constructions de dérivation (y compris le béton injecté) est de 121,5 mille m³, dont le béton de barrage est de 37,2 mille m³, le béton du bâtiment est de 79,3 mille m³, le béton de dérivation est de 0,51 dix mille m³. Les pierres du remblai du gros œuvre et de batardeau sont de 39,4 mille m³ (volume compacté, idem), les graviers sont de 0,53 dix mille m³, l'argile est de 0,38 dix mille m³.

Nous avons fait l'enquête sur les matériaux de construction naturels à proximité du site, il existe des distributions de terre et de pierre, les réserves et la qualité peuvent satisfaire à l'exigence de construction des travaux.

L'emprunt de terre retenu se situe sur la pente douce à 6km du nord-est du site BCA, est proche de la route d'accès, est long de 280m, large de 200m, la surface du sol est de $5.6 \times 10^4 \text{m}^2$, le champ d'élévation est de 508m~510m. Les réserves satisfont au besoin des travaux.

La carrière retenue se situe sur le talus à 1km de l'amont de la rive droite du site BAC, la longueur le long de rivière est de 220m, la largeur est de 400m, la cote du sol est de 390m~440m, la surface de sol est de 73000 m², l'ensemble est en forme de bande. Les réserves satisfont au besoin des travaux.

1.2.7.4 Exécution des travaux du gros-œuvre

1.2.7.4.1 Déblai du talus et de fondation

Le déblai du talus emploie le mode du haut en bas par couche, la hauteur de couche est maîtrisée à 8-12m. Le déblai de roche emploie l'explosion en cascade, le talus permanente, le talus oblique de fondation emploient l'explosion préalable, la risberme et la surface de base de construction réservent une couche de protection à épaisseur de 2m, les orifices sont forés avec la perceuse CM-351, les déblais sont chargés par des pelles 3m³ sur des camions à benne 15t. Les opérations de soutènement effectuent en parallèle que le déblai du talus, l'exécution d'injection du béton, des tiges d'ancrage effectuée après le déblai de hauteur d'une cascade du talus.

Le déblai de couverture emploie des pelles 3m³ qui chargent les déblais directement sur des camions à benne 12t pour évacuer, une petite partie est collectée par du bulldozer, les déblais sont évacués dans des décharges désignées. Le déblai de roche de base emploie des perceuses immersibles, le déblai effectuée avec l'explosion préalable du talus par couche, l'épaisseur de couche est de 3m-4m, les déblais sont chargés par des pelles 3m³ sur des camions à benne pour évacuer, seconder par des bulldozers qui collectent les déblais.

1.2.7.4.2 Traitement de fondation

Le traitement de base comprend : la coulée de consolidation de fondation et le rideau contre la pénétration de fondation, etc. Après finir le déblai du talus et de fondation, faire le traitement de base.

1.2.7.4.3 Bétonnage

Le système du béton du présent ouvrage est implanté en amont du pont de circulation provisoire à la rive droite, le transport horizontal adopte des camions à benne et à citerne, en fonction de taille de surface du silo, transporter avec les camions à benne 10t ou 5t, ensuite transfert à la citerne de béton 1m³ ou 3m³. Le transport vertical du béton adopte le véhicule à grue ou la grue à chenille en collaboration avec le portique pour distribuer dans le silo.

1.2.7.4.4 Installation des équipements électromécanique et de structure métallique

Les structures métalliques du présent ouvrage comprennent : 16 orifices de vanne (rainure), 13 éventails de vanne, dégrilleur (y compris 2 vannes provisoires), 5 jeux de treuil, le volume total des équipements de structure métalliques est de 2121t. L'installation de vanne emploie la méthode de levage par segment et de soudure entre les segments. La structure métallique est préassemblée dans l'atelier de l'assemblage, est transportée par le camion à plate-forme au niveau d'opération, est levée par segment. Le transport vertical emploie le treuil en crête et de fuite d'eau ou l'équipement de bétonnage pour faire le levage. Le planning d'installation de vanne sera effectué entre septembre – octobre de 2^{ème} année en phase II de dérivation, le local d'installation est protégé par le batardeau amont et aval phase II en vue d'assurer l'exécution sur sol sec.

1.2.7.5 Transport d'exécution

1.2.7.5.1 Transport extérieur

Le présent ouvrage est à 31km de la banlieue du chef lieu de la province Lobaye, Mbaiki, à 139km de la capitale Bangui. La ville portuaire la plus proche de Mbaiki est le Port Douala, le kilométrage est de 1609km, le transport extérieur est commode. Les marchandises du transport maritime, montent au port part Douala, l'itinéraire du transport est : port Douala → Yaoundé → Bertoua → Garoua Boulai → Bouar → Boali → Bangui → Mbaiki → site du projet, la longueur totale est de 1640km, est une ligne principale du transport du Cameroun et de la République centrafricaine, chaque semaine, a deux flottes périodiques de transport des marchandises. Dont la ligne dans le territoire du Cameroun est longue de 840km, l'état de route est bon. Une autre ligne de secours est : port Douala → Yaounde → Ganboula → Berberati → Boda → Mbaiki, le kilométrage est de 1286km, de Yaounde à Mbaiki est une ligne

non principale, la distance est proche, mais l'état de route est mauvais.

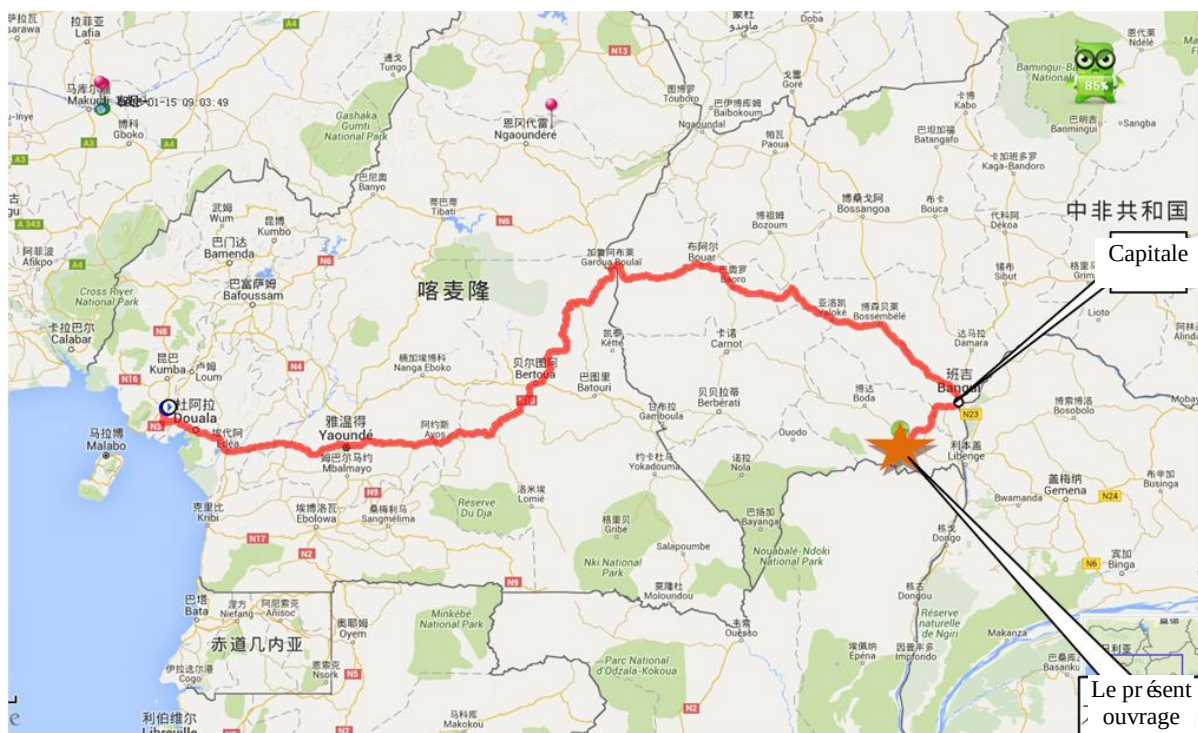


Figure 1.2.7.5-1 Schéma du transport extérieur

1.2.7.5.2 Transport dans l'emprise

De Mbaïki au site BAC, la distance linéaire est de 18,3km, le kilométrage au départ de route d'accès au barrage est de 31km, la route d'accès est en terre, la largeur nette est de 3-4m, à simple voie, la végétation des deux côtés est exubérante, la chaussée est plate, il existe peu de pont simple en bois traversant le sillon, ne peut pas satisfaire au besoin d'accès du site. Avant le démarrage, il faut élargir la chaussée, poser des ponts à dalot, faire la maintenance en vue de satisfaire au besoin du transport extérieur. Dans le chantier, il faut implanter la route d'accès, la route d'accès au barrage, la route à la carrière, la route à la décharge en aval, la route d'accès à la fosse etc., la longueur totale est de 36,34km.

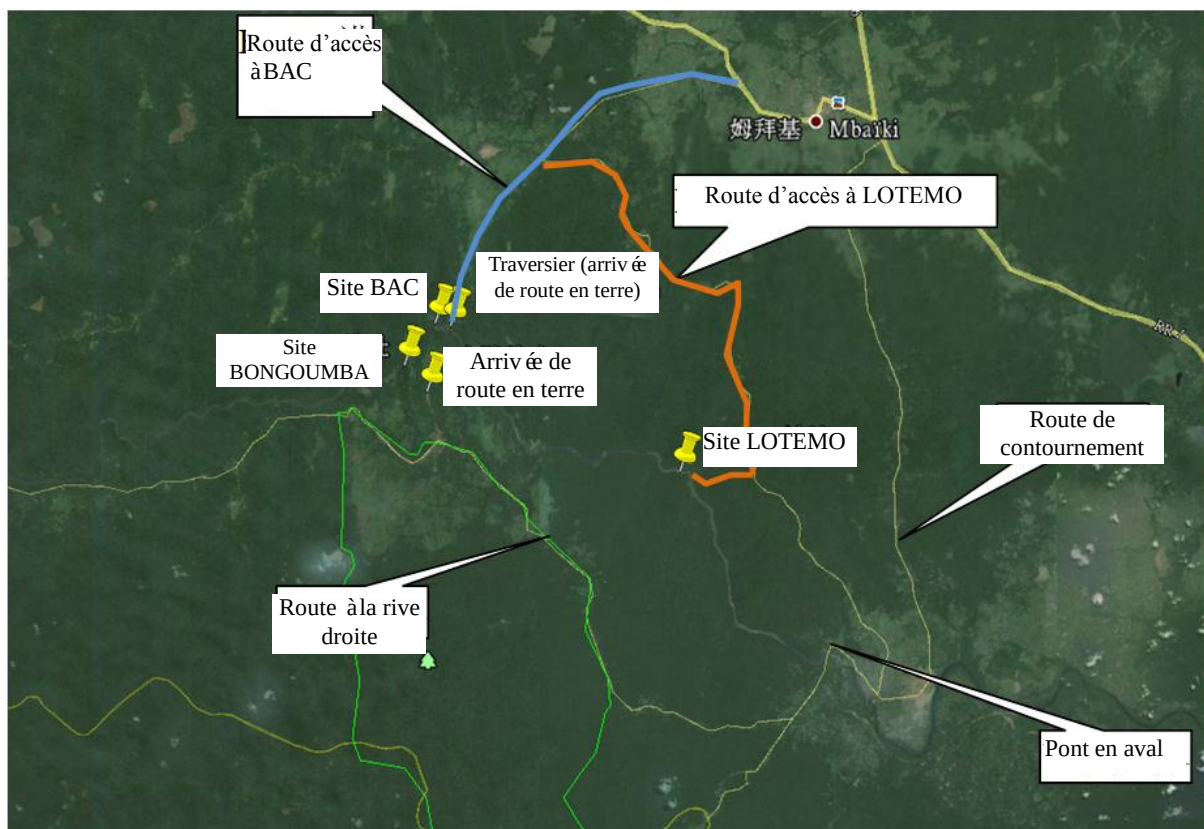


Figure 1.2.7.5-2 Schéma de transport dans le site

1.2.7.6 Implantation générale d'exécution

Les ouvrages de BAC sont composés par deux parties, soit les ouvrages de tête et le bâtiment. Les principales installations implantées dans la zone des travaux sont le camp du maître d'ouvrage, le camp de l'entrepreneur, les installations auxiliaires, l'usine, la route, l'emprunt de terre, la carrière, la décharge, etc., La surface de construction et d'occupation de terrain du camp, des ateliers sont indiquée dans le tableau 1.2.7.6-1.

Tableau des caractéristiques de planification de l'emprise

Tableau 1.2.7.6-1

No	Installations provisoires	Surface de construction (m ²)	Surface d'occupation de terrain (dix mille m ²)	Remarque
1	Système de transformation de sable et des concassés	300	5.0	Proximité de la carrière

2	Système de production du béton	300	1.3	Rive droite
3	Atelier de transformation générale	800	4.5	Rive gauche
4	Magasin général	600	2.0	Rive gauche
5	Camp de l'entrepreneur	4500	14.7	Rive gauche
6	Camp du maître d'ouvrage	500	1.0	Rive gauche
Total		7000	28.5	

Le volume de décharge du présent ouvrage est de 238,1 mille m³ (dépot, transport exclus), installer 3 décharges, qui sont respectivement No 1, 2 et 3, dont la décharge No 1 se trouve à côté de la carrière, qui dépose les décharges d'écaillage de la carrière ; la décharge No 2 se trouve sur la pente douce en aval du barrage à la rive gauche, servant à déposer les déblais de canal découvert, du barrage, des installations du bâtiment ; la décharge No 3 se trouve sur la pente douce en aval du barrage à la rive droite, servant à déposer les déblais du barrage à la rive droite.

Tableau des caractéristiques des décharges

Tableau 1.2.7.6-2

Décharge	Volume des décharges de planification (dix mille m ³)	Remarque
Décharge No 1	3.0	Carrière
Décharge No 2	15.0	Zone d'exécution à la rive gauche
Décharge No 3	12.0	Zone d'exécution à la rive droite
Total	30.0	

1.2.7.7 Avancement général

Les items de l'itinéraire clé de maîtrise du délai sont : entrée au chantier de

l'entrepreneur du gros œuvre → déblai du canal découvert de dérivation, doublure rétention du lit phase II → exécution du batardeau phase II → déblai de base de vanne d'éversant traitement de base → bétonnage de vanne d'éversant → rétention du canal phase III → exécution du batardeau phase III → déblai du terrassement du tronçon de barrage du bâtiment → bétonnage du tronçon du bâtiment → installation des groupes → retenue d'eau du réservoir → production d'électricité des groupes No 1 et 2 → production d'électricité des 2 groupes ultérieurs.

Le déblai global est 48 mois, dont, préparation est 7 mois, exécution du gros œuvre est 37 mois (à compter de rétention du lit jusqu'à la production du premier groupe), le délai de production d'électricité est 44 mois, la période d'achèvement est 4 mois.

L'intensité de crête du déblai du terrassement du présent ouvrage est 22000 m³/mois, l'intensité de crête du bétonnage est 10000 m³/mois. Le nombre moyen de personne en période d'exécution est de 740 personnes, le nombre en période de crête est 1200 personnes, le jour global d'exécution est de 1 million de jour.

1.3 Plan de développement indépendant de la centrale hydroélectrique LOTEMO

1.3.1 Hydrologie, sédiment

1.3.1.1 Généralités du bassin versant

Le bassin versant de Lobaye se trouve au sud-ouest de la République centrafricaine. Il se trouve environ entre la longitude 15 ° 30 'à 18 ° 20', latitude 3 ° 30 'à 6 ° 00'. La rivière Lobaye prend sa source d'origine à proximité de Bouar, l'altitude de la source est d'environ de 1000m, après quitter l'origine, la rivière s'oriente vers le sud-est, à proximité de MANDOUKOU, elle est injectée dans la rivière MBAERE, ensuite elle s'oriente vers l'est, enfin elle est injectée dans la rivière de Bangui, l'altitude de l'estuaire est d'environ de 336m, la différence de hauteur entre la source et l'estuaire est petite. La longueur de la rivière LOBAYE est d'environ de 450km, la baisse de pente moyenne est d'environ de 1.5‰, la baisse de pente du bassin versant est douce, les cours d'eau sont serpentins, le débit est lente. Le long des rives sont principalement des plages et des marais. En amont de la rivière, sont principalement les savanes tropicales, en aval est la forêt tropicale vierge.

Le site de l'aménagement hydroélectrique LOTEMO de la rivière Lobaye se trouve à environ 56km en aval de l'estuaire de confluence de la rivière Mbaéré, est d'environ à 16km du site de l'aménagement LOTEMO en aval. La surface de collecte d'eau du site BAC est de 30030km²; le chef lieu de la province de Lobaye est Mbaiki, se trouve environ à 15km au nord.

1.3.1.2 Météorologie

La rivière de Lobaye se trouve dans la zone du climat tropical forestier, est la zone de transition entre le climat sub-saharien et le climat équatorial. D'après les statistiques de la température de 1960-1976 de la station Boukoko, la température moyenne annuelle est de 24,3°C.

Pour le bassin versant de Lobaye, du mars au mois d'octobre est la saison de pluie, généralement d'août à l'octobre, les précipitations sont maxi, la saison sèche est du décembre au février suivant, la durée de courte, les précipitations moyennes annuelles sont d'environ de 1500mm. D'après les données météorologiques de 1960-1991 de la station Boukoko, les précipitations moyennes pluriannuelles sont de 1643,2mm. Du mars à l'octobre, les précipitations occupent 88,5% de l'année.

D'après les statistiques d'observation de l'évaporation mensuelle de 1967-1975 de la station de Bangui, l'évaporation moyenne annuelle (valeur observée) est de 1500mm.

1.3.1.3 Ruissellement

Le climat du bassin versant Lobaye est divisé en saisons sèche (de décembre au février) et la saison des pluies (de mars à l'octobre). Du septembre à octobre, le débit est maxi, après novembre, le débit diminue progressivement. Le bassin versant de Lobaye, sous l'influence du taux de couverture forestière élevé, baisse de pente faible etc., la variation saisonnière du ruissellement et la variation mensuelle sont relativement petites. En octobre dont le débit moyen mensuel est maxi, le ruissellement occupe 12,8% du volume annuel ; en mars dont le débit moyen mensuel est mini, le ruissellement occupe 6,2% du volume annuel, la variation annuelle est petite. La variation interannuelle du ruissellement n'est pas grande non plus.

En prenant la station M'BATA comme station de référence, nous avons calculé le ruissellement du site LOTEMO en utilisant la correction du rapport de surface. Après le calcul, le débit moyen pluriannuel du site LOTEMO est de 292m³/s, le ruissellement moyen pluriannuel est de 9,215 milliards m³.

1.3.1.4 Crues

Les eaux du bassin versant Lobaye en République centrafricaine. Sont principalement les écoulements stables de base, les crues sont formées par les écoulements de base augmentés, le parcours de transformation des orages en crues est relativement lent, l'augmentation et la baisse du parcours des crues sont lentes. Le volume annuel augmente avec celle des précipitations, les crues maxi arrivent en général entre septembre et octobre, peu des crues arrivent en fin août, début novembre.

En prenant le coefficient multiplié par 1,2 du résultat de conception du débit moyen journalier maxi de la station M'BATA comme les crues de conception, à l'aide de l'indice du rapport de surface de la région équatoriale 0,6, calculer le résultat des crues du site LOTEMO en comparaison, le résultat est indiqué dans le tableau 1.3.1.4-1.

Tableau du résultat des crues de conception du site de l'aménagement hydroélectrique
LOTEMO

Tableau 1.3.1.4-1

Fréquence (%)	0.1+△	0.1	0.2	0.5	1	2	3.33	5	10	20
Débit (m ³ /s)	1150	997	961	913	878	836	807	782	734	680

*Limité par les données d'observation, pour assurer la sécurité de conception des travaux, sur la fréquence de vérification, nous avons ajouté la valeur de correction de sécurité Δ , retient QP=0.1% de 15%.

1.3.1.5 Sédiment

L'amont du bassin versant de la rivière Lobaye est la savane tropical, l'aval est la forêt tropicale, le bassin versant est couvert de forêt exubérante vierge. La perte d'eau et de sol est peu, la production de sable est peu. Il n'existe pas de données de sédiments mesurées dans le bassin versant. Le climat, la topographie et la caractéristique hydrologique dans le bassin versant de la station Nachtigal de la rivière adjacent Sanaga sont similaires que le bassin versant de Lobaye, la végétation est composée par la savane et la forêt tropicale, est de la zone de transition tropicale. En cette étape, nous prenons la station Nachtigal comme station de référence de conception de sédiment du bassin versant de Lobaye.

Par le calcul, le site LOTEMO dispose d'un débit annuel de 901 mille tonnes des matériaux en suspension et d'un sédiment annuel moyen $0,098\text{kg/m}^3$. A cause de l'effet de retenue en cascade en amont BAC, LOTEMO possède seulement le solide de charriage intervalle. Si le rapport du solide de charriage sur la suspension de l'intervalle choisi prend un coefficient de 30% à l'expérience, le débit annuel de sédiment est de 1800 tonnes en amont du site de barrage LOTEMO et le débit annuel des matériaux en suspension est de 903 mille tonnes en amont du site de barrage LOTEMO.

1.3.1.6 Planification du système de mesure automatique des eaux

L'aménagement hydroélectrique Lobaye est centré sur la production d'électricité, à travers le système de prévision des eaux, collecter rapidement et pleinement l'information de pluie et d'eau dans le bassin versant, réaliser la prévision est le besoin d'assurer la sécurité d'exécution et l'ordonnancement du fonctionnement du réservoir.

D'après la généralité géographique naturelle, les caractéristiques des pluies et des crues, des stations construites dans le bassin versant de Lobaye, ainsi que de la position des aménagements hydroélectriques BAC et LOTEMO, de l'exigence des travaux sur la prévision des eaux, le réseau des stations du système de prévention de l'aménagement hydroélectrique en cascade Lobaye comprend une station centrale(à construire dans la salle de commande centrale de l'aménagement BAC), 2 station de télémessure(respectivement sont la station devant de barrage du réservoir BAC et LOTEMO), 2 stations construites(respectivement sont Ndoulou, Gadzi, Kedingue-yawa, Dougoundja, Bambio, Boda et BAC), une station météorologique(à construire dans la zone du barrage BAC).

1.3.2 Géologie civile

1.3.2.1 Généralités

Début juillet 2016, des géologues envoyés au site pour lancer une campagne de reconnaissance sur terrain, fin octobre 2016, les opérations en plein air sont presque finies, par la topographie géologique, le forage, les essais, etc., la condition géologique de la zone des travaux est presque identifiée, en fonction des exigences de «Norme de rédaction du rapport de l'étude de faisabilité des travaux hydroélectriques» (DL/T5020-2007)et «Norme de prospection géologique des travaux hydroélectriques à petite et moyenne taille» (DL/T 5410-2009)etc. ont établi le «Rapport de prospection géologique de l'étude de faisabilité de l'aménagement BAC en cascade du bassin versant Lobaye», le volume de prospection réalisé est indiqué dans le tableau 1.3.2.1-1.

Tableau du volume de prospection réalisée pour l'aménagement hydroélectrique LOTEMO du bassin versant Lobaye de la République centrafricaine.

Tableau 1.3.2, 1-1

El ément	Contenu de travail		Unit é	Echelle	Volume de travail
Zone	V érifcation de carte g éologique régionale		km²	1 : 250000	1000
Zone du r éservoir	Topographie		km²	1:5000	62.5
	Cartographie			1:5000	40
Zone du site de barrage	Mesure	Topographie	km²	1 :1000	0.28
	Cartographie g éologique		km²	1:1000	0.28
	Nb de tra çage des points de mesure		Pi èce	30	
	Forage		m/orifice	68.85/2	
	Fosse		m³/p	/	80/16
	Essai ext érieur	Essai d’eau courant du forage	Segment	/	13
		Essai de p én étration dynamique	m/segmen t	/	2/20
		Essai d’injection d’eau	Segment	/	2
	Essai int érieur	Nature physique et m écanique des roches	Groupe	/	6
		Analyse de qualit é d’eau	Groupe	/	3
Mat ériaux de	Enqu ête des Mat ériaux de construction naturels		km²	1 : 50000	150

construction naturels	Pierres	Topographie	km ²	1 :2000	0.18
		Cartographie		1 :2000	0.18
		Forage	m/orifice	80.9/5	
		Essai d'activité alcaline	Groupe	/	2
	Emprunt	Mesure de frontière	km ²	/	0.065
		Cartographie	km ²	1 :2000	0.065
		Fosse	m ³ /p	/	120/17
		Essai d'analyse pleine de qualité de terre	Groupe	/	6

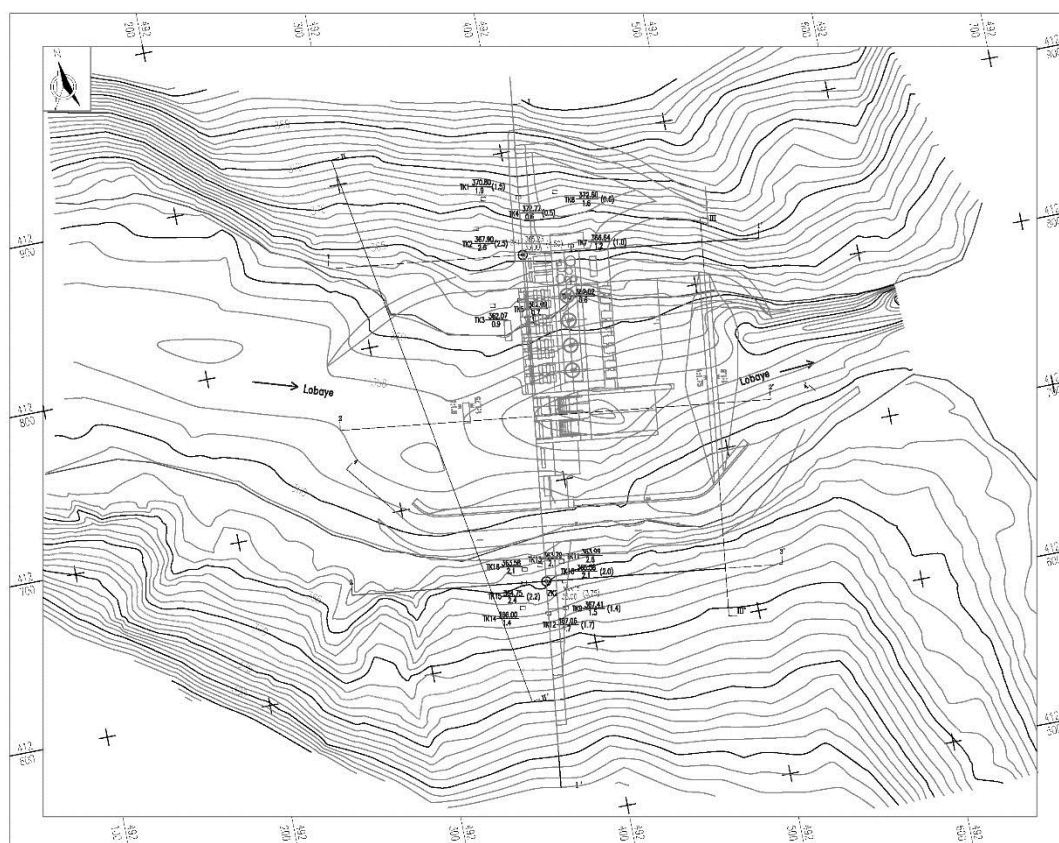


Figure 1.3.2-1 Schéma de position du plan de forage de la centrale hydro électrique de BAC
ZK1, ZK2

1.3.2.2 Géologie régionale et sisme

Dans la zone de recherche, le mouvement tectonique récent est faible, dans la zone proche du site, il n'existe pas de zone de faille à grande dimension développée, d'après le plan d'intensité sismique de l'Afrique, l'intensité sismique est inférieure à VI degré,

l'accélération de crête sismique $<0.06g$, la stabilité de structure régionale est bonne.

1.3.2.3 Condition géologique de la zone du réservoir

(1) Condition géologique de base

Le site hydro électrique LOTEMO se situe au milieu de la rivière du bassin versant de Lobaye, auquel la rivière coule en forme de méandre et se distribue en forme de ruban dans la retenue, avec une longueur d'environ 16,2 Km (le long du cours d'eau), la cote du niveau de l'eau dans la vallée est de 361m - 372m, le ratio moyen de baisse de pente de 0,67‰, un écoulement lent et une escarpée locale, et la largeur de l'eau est d'environ de 80m-200m pendant la période pluvieuse. Les collines sur les deux côtés sont épaisses et fortes. La cote de la ligne de partage des eaux est de 400m-540m. La différence de l'altitude relative entre de crêtes et de creux est généralement de 70m-150m, est la géomorphologie de basse colline et de plaine. La pente est généralement de 10° à 20° ; de 20° à 30° localement sur la rive gauche, et généralement de 5° à 20° ; de 20° à 30° localement sur la rive droite. La section transversale de la vallée se présente généralement en une forme symétrique, large et décente comme "U". La végétation aux talus sur les deux rives est exubérante, et principalement est la forêt primitive. Il ne développe pas de ravin. Il ne fait qu'un ravin secondaire No 1 sur la rive gauche à la queue de la retenue, avec l'écoulement en toute l'année par la précipitation de fournitures et décharge à la rivière. La vallée dans la retenue se fait une érosion régressive rapide. Les terrasses sur les deux rives ne se développent pas et présentent l'érosion des côtes. Il y a du traversier et des habitants près de queue de la retenue.

Les affleurements dans la zone du réservoir sont des grès du quartz précambriens (PP(q)) et l'humus éluvial quaternaire (Q4), le mélange des graviers et le mélange des blocs erratiques alluviales, etc. la structure est simple, n'a pas détecté le développement des zones de failles à grande dimension classe I, II etc., la structure tectonique est représentée par le système de structure composée par les petites failles et de grand nombre de diaclase tectonique. Les eaux souterraines sont les eaux de diaclase de roche et les eaux des fentes dans les résidus meubles quaternaires, sans développement de l'eau des karsts, la perméabilité est relativement mauvaise.

L'altération des roches en couche claire des talus des deux rives dans la zone du réservoir est forte, les roches exposées sont principalement des roches à faible altération et à forte décharge, sans développement d'autres mauvais phénomènes géologiques tels que les glissements, la coulée de boue, etc.

(2) Problème géologique et évaluation

1) Fuite du réservoir

Les deux rives dans la zone du réservoir n'ont pas de col mince, la condition d'étanchéité du réservoir est bonne, sans condition de fuite vers la vallée adjacente. La lithologie est du grès du quartz, sans roches de karst, la perméabilité est faible sans faille perméable à grande dimension vers l'extérieur du réservoir, le niveau d'eau souterrain est largement supérieur au niveau de retenue d'eau normale. Le réservoir n'a pas de condition de fuite permanente, ni problème de fuite permanente.

2) Stabilité des rives du réservoir

Les rives de la retenue sont principalement de type II, sans types I, III et IV. A cause de la couverture superficielle et de la topographie douce et détente, après la retenue d'eau du réservoir, la stabilité des rives de la retenue ne va pas s'aggraver généralement et ne forme pas de l'influence de la retenue de plus grande envergure. En cas de l'affouillement par le stockage d'eau du réservoir et de l'affouillement pluvieux pendant la saison des pluies, il y aura peut-être des glissements locaux.

3) Effondrement de rive du réservoir

Les talus sur les deux rives de la retenue sont doux et décentés et possèdent le développement de la végétation. La couverture est relativement mince, dont l'épaisseur est de 0,5m - 3m, et sous laquelle est de roche de fondation altérée faiblement. Il possède la bonne stabilité globale et sans problème de glissement. Après la retenue d'eau du réservoir, sous l'effet de l'affouillement par le stockage, le long de la surface de la couche de recouvrement, il peut produire des glissements de surface sur les rives locales.

4) Inondation du réservoir

La cuvette est située dans la région de basse colline et de plaine, Les talus sur les deux côtés sont relativement détentés et lents. Il n'y a pas distribution de grande surface de topographie déprimée dans la cuvette. Le niveau normal du réservoir est d'environ 372m et aux certains niveaux, la pente est de 10° - 30°. Il n'y a pas de champs agricoles, ni de terres cultivées, ni de routes, ni de bâtiment, etc. Par conséquent, la cuvette du site hydro électrique LOTEMO n'a pas d'influence d'inondation.

5) Ruissellement solide et sédiment du réservoir

La pente sur les deux rives de la retenue est relativement détente et lente, sur laquelle distribuent des dépôts de pente avec faible épaisseur et végétation exubérante. La stabilité des rives de la retenue est sensible et il n'y a pas de glissement sur grande dimension. Le glissement de rives a peu d'effet sur le réservoir.

Les talus sur les deux rives de la retenue ne se développent pas de ravin, et ils ne font qu'un ravin secondaire No 1, appelé fossé des clues, sur la rive gauche à la queue de la rive gauche. Il y aura des phénomènes de sortie de dépôts pendant la saison des pluies, mais son volume est largement inférieur à la réserve et il n'influence pas sur le fonctionnement normal du réservoir.

6) Induction du sisme par le réservoir

Le présent ouvrage n'a pas de possibilité d'induction du séisme. Pas besoin de faire la surveillance du sisme induit par le réservoir.

1.3.2.4 Condition géologique des ouvrages hydrauliques du plan recommandé

1.3.2.4.1 Condition géologique de base

(1) Géomorphologie

Il y a peu de différence d'altitude entre les sommets de colline sur les deux côtés de la retenue, la plupart sont de 500 - 540m, sont de la géomorphologie de basse colline et de plaine. Le cours de la rivière dans la retenue est en forme d'arc, dans lequel l'écoulement de l'eau est relativement doux, avec un niveau de chute d'environ de 361m et une profondeur de 3m - 6m. Les collines sur les deux côtés de la retenue sont épaisses et fortes. La section en travers dans l'axe de la vallée est en forme large et détente comme "U". Le talus sur la rive gauche est en terre, avec des pentes de 10° - 30° , un terrain plus complet et une végétation exubérante, sans de ravin à développer. Le talus du niveau supérieur à l'altitude 370m est généralement en roche. Il y a des terrains de couverture sur les talus doux et dans la zone déprimée, avec des pentes de 10° - 20° , un terrain plus complet et une végétation exubérante, sans de ravin à développer.

(2) Lithologie des strates

1) Précambrien: les roches sédimentaires, lithologie de grès principalement quartz (PP (q)), contenant du grès micacé (NA-PP (sm)), gris - gris-blanc, avec une épaisseur moyenne-inter stratifiée principalement.

2) Quaternaire (Q4): la strate quaternaire est composée par les sédiments alluviaux, les résidus de pente, etc., dont:

① Inondation alluviale (Q4al + pl): principalement du gravier mélangé avec du sol, rochers et autres mélange de sol, des structures denses panachées, qui se répartir principalement dans le lit de la rivière et les banques de la plaine inondable de la rivière, avec une épaisseur d'environ 3m - 5m.

② Eluvial de la pente (Q4el + dl): le sol est du humus, gris brun, d'une épaisseur de 20

cm - 50 cm, avec la structure dispersive, et riche en feuilles mortes, dans lequel développent des racines de plantes et distribuent localement des enrochements de diamètres de 20 cm - 50 cm. La plupart d'enrochements sont des pierres angulaires altérées faiblement; dont la partie inférieure est des fragments de mélange de sol et de pierre, brun-rouge et brun grisâtre. La matrice rocheuse des fragments est principalement constituées de grès de quartz, contenant du quartz et mica schiste, etc., en forme d'altération intense et faible, principalement distribués sur les talus de la rive gauche et sur les talus au niveau faible de la rive droite, d'épaisseur généralement de 0.5 m - 5m.

(3) Structure tectonique

Il n'y a pas de surfaces de la structure de classes I et II à grande échelle qui traversent la retenue. Il fait du développement local de la surface de la structure de classes III et IV. Des surfaces de la structure de classe V se développent bien, principalement aux directions NNW et NNE, avec des joints en micro-ouverture, localement formant des fissures de déchargement. La surface est couverte par la matière de fer - manganèse, avec longue extension.

(4) Condition hydrogéologique

L'eau souterraine dans la zone du site est composée par l'eau de fente quaternaire et l'eau de diabase des roches de base pénétrée par les précipitations. Dont l'eau en fente distribue dans la couche alluviale du lit et les pentes résiduelles de la rive gauche, l'eau de diabase est formée par l'eau de surface pénétrée dans les fentes des roches, est évacuée vers le lit.

L'enfoncement de la nappe phréatique au dessous des flancs des collines sur les deux rives dans la retenue est relativement peu profond, dont le niveau est légèrement plus élevé que celui de la rivière. L'enfoncement de la nappe phréatique sur la rive gauche a 0,15 m-7,92m de profondeur, et celui sur la droite a 0,25m-12,6m de profondeur.

(5) Phénomène géophysique

La limite inférieure de l'enfoncement de la roche altérée intensément sur la rive gauche de la retenue a 0,5 m-1,0 m de profondeur (à partir de la surface de terrain, idem), et la celle de la section supérieure de la roche altérée faiblement a 6,07m-12,37m de profondeur. Le lit de la rivière se distribue des roches de non-altération à l'altération intense, dont la limite inférieure de l'enfoncement de la roche altérée faiblement a environ 5,52m-10,06m de profondeur. La limite inférieure de l'enfoncement de la roche altérée intensément sur la rive droite de la retenue a 1,36m-4m de profondeur, dont la limite inférieure de l'enfoncement de la roche altérée faiblement a 4,96m-6,0m de profondeur.

La zone de barrage sur la rive gauche de déchargement avec forte 2.62m-5.33m limite la profondeur verticale (ci - après à compter de la profondeur à partir de la surface), faiblement la zone de déchargement de la limite inférieure de la 8.9m-9.8m verticalement sur la rive droite de la zone de déchargement, une limite inférieure de la profondeur verticale 3.35m-4.72m, faible de déchargement 6.33m-10.93m inférieure verticale avec la profondeur.

(6) Classement géologique des roches de fondation du barrage et valeur recommandée

Selon les critères de classification géologiques de masse rocheuse de fondation du barrage, des références, spécifications et expériences des travaux similaires, Il présente une classification géologique de masse rocheuse de fondation du barrage et des valeurs de paramètres physique de roche, voir le tableau 1.3.2.3-1.

(7) Type de surface de structure et valeur recommandée

En se référant aux normes et aux données des travaux similaires, le classement mécanique de surface de structure et valeur recommandée sont indiquées dans le tableau 1.3.2.3-2.

(8) Valeur recommandée mécanique de couverture du lit

La Valeur recommandée mécanique de couverture du lit est indiquée dans le tableau 1.3.2.3-3.

Classement géologique des travaux des roches de fondation du barrage et valeur mécanique recommandée

Tableau1.3.2.3-1

Classement de masse des roches	Sous-classe	Lithologie	Critère qualitatif						Critère recommandé								
									Critère physique		Critère mécanique						
			Caractéristiques des roches	Type de structure des roches	Caractéristiques d'altération, de décharge	Niveau de combinaison de surface de structure	RQD(%)	Taux de perméabilité(Lu)	Densité humide (kN/m³)	Coefficient d'adoucissement	Résistance à compression d'un axe saturé(MPa)	Module élastique (Gpa)	Rapport Poisson	Résistance au cisaillement (roche/roche)		Résistance au cisaillement (béton/roche)	
f'	C'(MPa)	f'												C'(MPa)			
III	III1	Grès en quartz	La structure de couche à épaisseur moyenne des roches, la surface de structure est développée moyennement, dans les roches, il existe des surfaces de structure flexible faible ayant l'angle d'inclinaison douce ou abrupte (épaule de barrage) ou des cales ou des prismes. Les roches sont complètes, l'intégrité locale est mauvaise, la résistance est élevée, la performance contre le glissement, la déformation est limitée par la surface de structure à certain niveau.	Couche à moyenne épaisseur principalement	Section inférieure par l'altération faible, sans - faible déchargement	Combinaison moyenne - bonne	35~55	1.0~10	25.5	0.76~0.80	60~80	7~10	0.23~0.25	1.10~1.20	1.30~1.40	1.00~1.05	1.10~1.20
		contenant des micas et du quartz schiste							25.3	0.80~0.85	50~70	6~9	0.24~0.26				

	III2	Grès en quartz	La surface de structure des roches est développée, mais la surface de structure présente est peu, l'allongement est mauvais, les fermetures sont nombreuses, la force d'intercalage entre les roches est bonne. L'intégrité des roches est mauvaise, la résistance est encore élevée, la performance contre le glissement, la déformation est limitée par la force d'intercalage et la résistance au cisaillement.	Structure intercalaire, fissurée en mosaïque	altération faible de la section supérieure, avec décharge faible	Combinaison moyenne	15~35	2.0~20	25.2	0.73~0.76	50~60	5~7	0.25~0.27	1.05~1.10	1.15~1.20	0.95~1.00	1.00~1.15
		contenant des micas et du quartz schiste							25.1	0.76~0.80	40~50	4~6	0.26~0.28				
IV		Grès en quartz	La surface de structure des roches est développée, il existe la structure flexible faible, des cales ou des prismes défavorables à la stabilité de fondation et de l'épaule du barrage. Les roches cassées- l'intégrité est mauvaise, la performance contre le glissement, la	Couche intercalaire, couche mince, fissure Structure	Segment supérieur à altération faible	Combinaison mauvaise	<15	>50	25.0	0.70~0.73	30~40	2~3	0.27~0.29	0.70~0.80	0.50~0.70	0.60~0.70	0.55~0.65
		contenant des micas et du quartz schiste			Décharge forte				25.0	0.73~0.76	25~30	2~3	0.28~0.30				

		d'formation est limit ée par la force d'intercalage et la surface de structure.														
V	grès de quartz, contenant des micas et du quartz schiste	Les roches sont en structure meuble, les roches sont cass ées	Structure meuble	Zone des failles, roche à alt ération pleine	Combinaison mauvaise	0		25.0	/	/	/	/	0.40~0.50	0.10~0.20	0.45~0.55	0.20~0.30

Liste des types de surface de structure des roches du site et valeur recommandée

Tableau1.3.2.3-2

Type de surface de structure		Caractéristiques des remblais	Degré de combinaison	Roches des deux côtés	Paramètre contre le cisaillement		Paramètre contre le cisaillement	
					f'	c' (MPa)	f	c (MPa)
La surface de contact lithologique		Feuille de remplissage de roche, fragments de roche, d'éboulis	Moyen	Intégrité mauvaise – cassée	0.45~0.55	0.05~0.10	0.40~0.50	0
Faille, surface supérieure et inférieure de faille et mezzanine	Roche déritique	fragments de roche, et de débris; breccias de remblai	Moyen	Intégrité mauvaise – cassée	0.45~0.55	0.05~0.10	0.40~0.50	0
	Roche déritique avec boue	La zone de faille remplit de roche déritique, dans la surface du plateau supérieur et inférieur ou dans la zone, distribue peu de substance à particule fine.	Mauvais	Peu cassée – cassée	0.35~0.40	0.02~0.05	0.30~0.40	0
	Roche déritique avec boue	La bande de faille est le bloc rocheux et le débris rocheux, mais, peu de couche intercalée en grain fin de plusieurs mm dans les surfaces supérieure et inférieure ou dans la bande.			0.25~0.27	0.01~0.04	0.20~0.26	0
cassure	Sans remblai	La surface de cassure n'a pas de remblai, ou fraîche	Bon	Intégral – cassée	0.50~0.60	0.10~0.15	0.50~0.60	0

	Débris	Débris de remplissage ou peu de membrane de boue	Moyen	Intégrité mauvaise – cassée	0.45~0.55	0.05~0.1 0	0.40~0.4 5	0
--	--------	--	-------	-----------------------------	-----------	---------------	---------------	---

Tableau des paramètres recommandés de couche couverte du lit de rivière de la zone au site du barrage

Tableau1.3.2.3-3

Lithologie	Densité naturelle	Angle de frottement interne(°)	Force d'adhésion	Coefficient de frottement du fond de base	Portance	Module de déformation	Coefficient de pénétration	Baisse de pente admise
Mélange des cailloux	2.1~2.2	28~30	0	0.45~0.50	300~400	40~50	50~200	0.10~0.20
Mélange	2.2~2.4	30~32	0	0.5~0.55	350~450	50~55	100~250	0.15~0.25

1.3.2.4.2 Condition géologique de principales constructions

(1) Condition géologique des ouvrages d'arrêt d'eau

1) Choix de masse des roches de fondation du barrage et de parement de génie civil

La masse rocheuse de la retenue est principalement en lithologie constituée de grès de quartz et de schiste contenant des micas et du quartz. En référant aux autres travaux hydroélectriques de barrage en béton à petite et moyenne taille, et en considérant l'état actuel des travaux hydroélectriques LOTEMO, on trouve que l'intégrité de la masse rocheuse des classes III-1 et III-2 est généralement meilleure, et capable de répondre aux exigences de barrage en béton. La celle de la classe IV ayant généralement plus de broyage, après un traitement de renforcement, il peut satisfaire aux exigences de fondation de la section faible du barrage, et peut servir à la fondation du barrage à vanne en béton comme la masse rocheuse.

La résistance à compression à simple axe saturé des roches type III1 est de 50MPa~80MPa, le module de déformation est de 6GPa~10GPa, la résistance à compression à simple axe saturé des roches type III2 est de 40MPa~60MPa, le module de déformation est de 4GPa~7GPa, peuvent satisfaire à l'exigence contre la déformation de fondation de barrage de rétention d'eau en béton(vanne)à hauteur de barrage de 30m.

En fonction de norme retenue des roches de base, la profondeur du délai des roches de base de différents tronçons de barrage est respectivement : tronçon du barrage d'arrêt d'eau à la rive gauche ①~③est de 3.5m~12.3m, tronçon du barrage du bâtiment de production d'électricité④~⑥est de 7.5m~12.4m, tronçon du déversoir du lit ⑦~⑧est de 6.7m~7.5m,

tronçon d'arrêt d'eau à la rive droite ⑨~⑪ est de 3.2m~6.6m.

2) Stabilité contre le glissement de la fondation du barrage

Dans le champ de fondation du barrage du lit, il n'existe pas de surface de structure flexible faible développée à grande dimension en amont et en aval, il n'existe pas de zone de faille cassée à grande dimension développée, ni problème de stabilité contre le glissement en profondeur, localement il peut développer des failles à petite dimension, qui forment des blocs défavorables avec des joints, mais la longueur d'allongement des joints est limitée, est centrée sur la rugosité ondulée, est de surface de contact rigide, l'influence de la stabilité contre le glissement n'est pas grande, nous proposons de faire le bétonnage de consolidation sur les parties de développement de surface de structure à la fondation du barrage. Comme la rive gauche et droite ont des surfaces de structure des joints le long de pente, qui ont certaine influence sur le déblai de fondation du barrage en forme de marche, nous proposons de faire du traitement de protection adapté.

3) Fuite de fondation du barrage et d'autour du barrage

Dans la fondation du barrage, il existe éventuellement la croissance de petite faille III et IV, la bande de faille comprend le grain fin avec détérioration de perméabilité facile, le grain fin sous l'action de pression de perméabilité la partie partielle peut générer la détérioration par l'effet de tuyauterie, il est recommandé de faire le traitement d'imperméabilisé sur la bande de fragmentation exposée lors du déblai.

4) Stabilité du talus

① Talus naturel

Les talus naturels sur la rive gauche sont principalement en nature du sol, avec hauteur de 60m-180m environ, en terrain plat, avec la pente principale de 10° - 30° , bien intégrité plus lisse, sans développement du ravin, sur lesquels la végétation est exubérante par forêt tropicale essentiellement. Le sol se distribue par le terrain de couverture, dont les composants principaux sont de terre végétale et de mélange de sol et de pierre, avec la structure dispersive et une épaisseur faible de 0,5m-3m environ, sans trouver signe de destruction par la déformation de la pente. Le socle inférieur est de grès de quartz, dur, sans développement à grande échelle de la bande de rupture, sans distribution de l'intercalation faible hors de la pente lente, et avec la stabilité générale.

Le talus sur la rive droite du niveau inférieur à 370m est en terre et le niveau supérieur à 370m est principalement en roche avec la hauteur de 40m-180m environ. Avec le terrain plat, la pente principale de 10° - 20° , meilleure intégrité plus lisse, sans développement du ravin,

sur lesquelles la végétation est luxuriante par forêt tropicale essentiellement. Le sol du niveau inférieur à 370m se distribue le terrain de couverture, dont les composants principaux sont de terre végétale et de mélange de sol et de pierre, etc., avec la structure dispersive - intensité et une épaisseur faible de 2m-3m environ, sans trouver signe de destruction par la déformation de la pente, et stabilisé en général. Le talus du niveau supérieur à 370m est principalement en roche, avec le terrain de couverture distribué sur la pente lente et dans la zone déprimée et la structure géologique du talus est simple, sans distribution de l'intercalation faible hors de la pente lente, et avec la stabilité générale.

② Talus des travaux

Les pentes d'excavation sur la rive gauche se sont divisées en trois types: pente frontale, pente latérale en amont et pente latérale en aval, principalement des pentes rocheuses dont les roches sont principalement catégorie IV, III2 et III1, sans zone fracturée de failles à grande échelle. Le petit plan structural est principalement constitué par joints. Il existe une combinaison défavorable constituée par des joints aléatoires dans la zone des joints locaux denses de la pente étant défavorable pour la stabilité locale de la pente, donc il nécessite un soutènement.

Les pentes d'excavation sur la rive droite se sont divisées en trois types: pente frontale, pente à côté en amont et pente à côté en aval, principalement des pentes rocheuses dont les roches sont principalement catégorie IV, III2 et III1, sans zone de rupture de failles à grande échelle. Le petit plan structural est principalement constitué par des joints. Il existe une combinaison défavorable constituée par des joints aléatoires dans la zone des joints locaux denses de la pente étant défavorable pour la stabilité locale de la pente, donc il nécessite un soutènement.

(2) Condition géologique de la zone du site

1) Bâtiment type lit

Ce projet adopte le bâtiment au fil de l'eau, située sur le côté gauche du barrage. La fondation rocheuse est grès quartzitiques inférieur à l'altération faible, la masse rocheuse est la catégorie III1, avec dureté et intégrité. Sa portance est de 4MPa-5MPa, sans zones structurales à grande échelle et couche intercalée faible dans la zone de fondation. La condition géologique de la fondation des locaux est bonne à satisfaire la portance et l'exigence de déformation. L'épaisseur du terrain de couverture dans le cadre de locaux est modérée et l'influence sur la stabilité de la pente excavée de la fouille est limitée.

2) Canal de fuite d'eau du bâtiment

Dans la zone du canal de fuite d'eau, distribue la couverture, est composée des mélanges de caillou alluvial, l'épaisseur est d'environ 3m-5m, la capacité contre l'érosion est faible, ne convient pas comme fondation du canal de fuite d'eau. Les roches de base sont du grès de quartz en tronçon supérieur à faible altération, la nature est rigide, l'intégrité est mauvaise – cassée, est des roches type III2, le débit contre l'érosion est d'environ de 5m/s~8m/s, peut satisfaire à l'exigence de fondation du canal de fuite d'eau. Nous proposons de placer la base du canal de fuite d'eau sur les roches III2, faire la maçonnerie contre l'érosion sur les deux rives du canal.

(3) Condition géologique de la zone de dissipation d'énergie

Les installations d'évacuation de crue et de dissipation comprennent principalement le bassin de dissipation et le canal de restitution, etc.

Le bassin de tranquillisation est après la section de barrage de vanne de décharge, dans la surface du sol, la couche de revêtement est distribuée, le composant est principalement le sol mixte alluviale de agrégat roulé, l'épaisseur est d'environ 4m, la capacité anti-érosion de la couche de couverture est mauvaise, qui n'est pas convenable de être comme la fondation de bassin de tranquillisation, il est recommandé de l'enlever. Le socle inférieur est le schiste de quartz contenant le mica de la section supérieure aux intempéries faibles. La roche est dure et brisée, est la roche de type III2, la résistance saturée à la compression uni axiale de 40MPa - 50MPa, le module de déformation est de 4Gpa - 6Gpa, la vitesse d'impact est d'environ 5 m / s - 8m / s, qui peut être comme la base de bassin de tranquillisation, il est recommandé de renforcer la zone avec la roche brisée partiellement.

La surface du canal d'eau de fuite contient la terre alluviale mélangée de galets, d'épaisseur de 3m à 5m, avec une mauvaise résistance contre l'érosion, on ne peut pas la prendre pour la fondation du canal d'eau de fuite, le traitement des travaux est nécessaire. La roche de base sous-jacente est le mica schiste de quartz la partie supérieure d'altération faible de type III2, la vitesse d'écoulement contre l'érosion est de 5m/s à 8m/s, pouvant répondre aux exigences de la construction de fondation du canal d'eau de fuite. Il est proposé de construire le canal d'eau de fuite sur la roche de type III2, les rives du canal nécessitent la protection en maçonnerie contre l'érosion.

(4) Condition géologique des constructions provisoires

1) Batardeau en amont et en aval

Il prévoit sols mixtes de blocs erratiques et galets alluviaux et diluviaux pour la

fondation des batardeaux à l'aval et à l'amont, l'épaisseur du terrain de couverture d'amont est de 3m-6m de près, celui à l'aval est de 2m-4m de près dont la compacité et l'intensité mécanique sont satisfaites pour l'exigence de portance des batardeaux. Mais la composition, la répartition des espaces et le caractère existent une inhomogénéité différentielle, existant des problèmes comme déformation irrégulière, déformation d'infiltration. On propose un mur d'imperméabilité. Selon la profondeur du batardeau, si le taux de perméabilité $q \leq 10 \text{ Lu}$, contrôlé 5m-10m sous la couche relativement imperméable, on propose une profondeur d'imperméabilité du batardeau à l'amont: 26m-28m sur la rive gauche, 24m-27m pour le lit de la rivière, 27m-29m sur la rive droite; la profondeur d'imperméabilité du batardeau à l'aval: 28m-29m sur la rive gauche, 23m-28m pour le lit de la rivière; 26-27m sur la rive droite.

2) Canal découvert de dérivation

Le canal découvert de dérivation est bien placé sur la rive droite du fleuve Lobaye, avec un mur de soutènement latéral. Le terrain est plat, le terrain de couverture est distribué à la surface de terre, dont les composants principaux sont sols mixtes de blocs erratiques et galets alluviaux et diluviaux, avec une structure dense et modérée, l'épaisseur est principalement de 2m-4m. Les roches de fondation sous-jacente sont des grès quartzitiques et micacites quartzitiques, sans failles à grande échelle, les roches de fondation de couche superficielle ont un déchargement intense par l'altération, joints développés, roches concassées, sont principalement la catégorie IV et III2.

Lors de l'excavation du canal découvert, la stabilité est faible pour le côté intérieure excavée, on propose un soutènement à temps. Les semelles du canal découvert sont principalement les roches de catégorie V-III2, dont la catégorie V-IV a faible résistance à l'érosion, nécessitant un traitement approprié. Les terrains de couverture sont distribués le long du mur de guidage de soutènement à côté extérieur du canal découvert, on propose d'aménager la fondation de mur au-dessus des roches de fondation et renforcer l'imperméabilité pour la fondation de mur.

1.3.2.5 Matériaux de construction naturels

(1) Emprunt

La zone d'emprunt se situe sur la pente douce à 3.8km de près (distance à vol d'oiseau) au nord-est du site de la Centrale de LOTEMMO, le terrain est plat et vaste, dont la surface de répartition est de $6.5 \times 10^4 \text{ m}^2$ de près, où la matière utilisable est la couche d'argiles limoneuses et celle d'argiles limoneuses avec des graviers, dont l'épaisseur moyenne est de 2.26m, la réserve totale est de $14.7 \times 10^4 \text{ m}^3$, qui répond à l'exigence de consommation de

conception plus de deux fois. Il existe une route rurale et une route de transport complet par le bureau de construction 14th entre la zone d'emprunt et le site de LOTEMO, la distance routière est de 8km de près qu'on profite d'une transportation pratique.

(2) Sable (grès) naturel

La vallée dans la zone de projet est profonde, l'eau du fleuve est profonde, les graviers naturels sont pauvres et ne peuvent pas satisfaire le besoin du projet, il faut les acheter ou concasser les pierres.

(3) Pierres

Les carrières en rive droite sont réparties dans la pente à 500m de près à l'aval sur la rive droite du site de centrale hydraulique de LOTEMO, avec une réserve de 3,130, 000m³, qui répond à l'exigence de consommation de conception plus de deux fois. Les roches à la carrière sont grès quartzitiques avec de la dureté et de la qualité mécanique, répond aussi à l'exigence technique pour les «Spécifications des matériaux de construction naturels des travaux hydroélectriques» (DL/T5388-2007). Selon l'annexe D relatif aux roches d'activité alcaline communes dans les «Spécifications des matériaux de construction naturels des travaux hydroélectriques» (DL/T 5388-2007), les grès quartzitiques sont aussi des roches d'activité alcaline communes, ont besoin d'un essai d'activité alcaline. La distance entre la carrière et le site de centrale hydraulique de LOTEMO, sans route existante et nécessite de construire une route.

Les matériaux de pierre de déblais de la fondation du barrage et du canal de guidage du projet sont la roche de la partie supérieure d'altération faible, de type IV-III2, et type III1 pour la majorité brisée-très brisée, la qualité des roches est plus défavorable, la quantité disponible est moindre, en cet état la disponibilité des matériaux de pierre de déblais à l'emplacement du barrage n'est pas prise en compte pour l'instant.

1.3.3 Envergure des travaux

1.3.3.1 Choix du niveau de retenue d'eau normale

On fait des travaux topographiques pour le site de LOTEMO et le site en cascade à l'amont de BAC dans la phase présent, selon le résultat de relevé topographique et la courbe des débits jaugés au site de BAC, il prévoit trois schémas préliminaires comparables pour le niveau d'eau normal: 370m, 372m et 374m.

Par le résultat de calcul des plans de niveau de retenue d'eau normale, au fur et à mesure de l'augmentation du niveau d'eau, le volume de production d'électricité augmente, du point

de vue du rendement du volume, il est favorable d'élever légèrement le niveau de retenue d'eau normale.

Le niveau d'eau naturel correspondant au module de $290\text{m}^3/\text{s}$ au site de BAC en cascade de l'amont est de 371.52m, il prévoit une connexion basique entre la centrale hydraulique de LOTEMO en cascade à l'aval et la centrale hydraulique en cascade à l'amont, on recommande le niveau d'eau normal de 372m pour le barrage de LOTEMO, la hauteur de chute nominal est de 10m, l'effet de la hauteur de chute est correspondant essentiellement à celui de la «Rapport de l'étude de faisabilité de l'aménagement hydro électrique Lobaye».

Vu l'analyse ci-dessus, en cette étape, le niveau de retenue d'eau normale du réservoir LOTEMO recommandé est de 372m. En étape suivante, en associant les différences en terme de la condition technique de construction, de l'inondation du réservoir, de l'impact environnemental, des critères de l'énergie dynamique, de l'économie des travaux, etc., par la comparaison technico-économique, nous allons argumenter la rationalité du plan des niveaux de retenue d'eau normale.

1.3.3.2 Choix de la capacité installée

D'après le résultat de «Rapport de l'étude de faisabilité de l'aménagement hydro électrique Lobaye» de 1977, la capacité installée de l'aménagement hydroélectrique LOTEMO est de 24MW, la production annuelle d'électricité est d'environ 1,9 cent millions kWh, le nombre d'heure annuel d'utilisation de l'installation est d'environ de 7900h.

La zone d'alimentation, sur la base de la cascade du marché de l'électricité la coordination, l'étape préliminaire a élaboré la capacité installée, un total de 25 MW de 29 MW, trois programmes de 33MW hydro - les analyses primaires.

Selon les résultats du calcul des différents programmes de capacité installée, la quantité annuelle de production d'électricité des années est augmentée progressivement au fur et à mesure de l'augmentation de la capacité installée, la quantité d'électricité augmentée est la quantité d'électricité en période de crues, et la prise d'augmentation devient faible progressivement. Aux côtés de l'intérêt de la quantité d'électricité, l'augmentation appropriée de la capacité installée est plus favorable.

Les trois débits de référence pour les trois groupes de la centrale hydraulique de LOTEMO sont respectivement de $288\text{m}^3/\text{s}$, $334\text{m}^3/\text{s}$, $380\text{m}^3/\text{s}$, le débit plein de la centrale en cascade d'amont de BAC est de $333\text{m}^3/\text{s}$. Le module entre le site de LOTEMO et le site de BAC est de $2\text{m}^3/\text{s}$, il est probablement une synchronisation de la centrale de LOTEMO et de la centrale de BAC lors de fonctionnement pratique, en en tenant compte le débit de

production entre les centrales, il prévoit une puissance installée de 29MW pour la centrale hydraulique de LOTEMO.

Le nombre d'heure d'utilisation annuel de différents plans est respectivement 7659h, 6996h, 6330h ; d'après les travaux similaires, le nombre d'heure d'utilisation à 7000h est adapté. Du point de nombre d'heure d'utilisation de la capacité installée, il est adapté d'adopter 29MW pour la capacité installée de l'aménagement hydroélectrique LOTEMO.

Le nombre d'heure d'utilisation annuel de différents plans est respectivement 7659h, 6996h, 6330h ; d'après les travaux similaires, le nombre d'heure d'utilisation à 7000h est adapté. Du point de nombre d'heure d'utilisation de la capacité installée, il est adapté d'adopter 29MW pour la capacité installée de l'aménagement hydroélectrique LOTEMO.

En résumé, la capacité installée de l'aménagement LOTEMO recommandée en cette étape est de 29MW; en étape prochaine, en fonction de l'équilibre de la production d'Électricité, des conditions de construction des travaux et des indices économiques, à travers la comparaison générale de technique et d'économie, on démontra la rationalité des différents programmes de capacité installée.

1.3.3.3 Mode de fonctionnement du réservoir

La mission de l'aménagement hydroélectrique LOTEMO est la production d'électricité, la capacité installée est de 29MW. Le niveau de retenue d'eau normale est de 372m, le volume du réservoir en dessous du niveau de retenue d'eau normale est de 75,48 millions m³, est un aménagement au fil de l'eau ; quand le débit d'entrée au réservoir est supérieur au débit de production pleine du groupe, le réservoir maintient le niveau à 372m, le groupe fonctionne selon la capacité de production d'électricité ; quand le débit d'entrée au réservoir est inférieur au débit de production pleine du groupe, le groupe produit l'électricité selon le débit d'entrée au réservoir.

1.3.4 Implantation des travaux et principales constructions

1.3.4.1 Catégorie des travaux et norme de sécurité de conception

1.3.4.1.1 Catégorie des travaux et classe des constructions

La mission de l'aménagement LOTEMO s'agit de la production de l'électricité. La capacité installée de l'aménagement est de 29 MW. Le niveau normal de la retenue est de 372m, la capacité totale s'élève à 75 480 000m³; la hauteur maximum de l'ouvrage de dénivellation est de 27m. Selon les dispositions de 《Normes de maîtrise des crues》 (GB50201-2014) et 《Norme de classement des travaux hydroélectrique et de sécurité de conception》 (DL5180-2003), ce projet est classé dans la classe III, la conception d'ouvrages

principaux du projet, comme le barrage-frein de dérivation et l'usine au fil de l'eau de production de l'électricité, sera exécutée selon l'ouvrage de classe III, les autres ouvrages auxiliaires seront conçus selon la classe IV.

1.3.4.1.2 Norme de conception

(1) Norme des crues

L'aménagement hydro électrique LOTEMO est un ouvrage hydro électrique dans la zone de montagne et de colline, la classe des constructions permanentes est la classe 3, le barrage est en barrage en béton. D'après les dispositions de « Normes de maîtrise des crues » (GB50201-2014) et « Norme de classement des travaux hydro électrique et de sécurité de conception » (DL5180-2003), la norme des crues des constructions du présent ouvrage est déterminée comme suit :

Le barrage-frein de dénivellement, le bâtiment lit adoptent la norme de période de retour des crues en utilisation normale à 50 ans, le débit des crues est de $836\text{m}^3/\text{s}$; la norme de période de retour des crues en utilisation anormale à 50 ans, le débit de vérification des crues est de $1150\text{m}^3/\text{s}$.

La période de retour des crues en utilisation normale de l'ouvrage de dissipation en aval est de 30 ans, le débit des crues est de $807\text{m}^3/\text{s}$.

La norme des crues des constructions et le débit sont indiqués dans le tableau 1.3.4.1-1.

Norme de conception des crues et débit de l'aménagement hydro électrique LOTEMO

Tableau 1.3.4.1-1

Elément \ Construction		Barrage et bâtiment de production d'électricité	Installations de dissipation d'énergie en aval
Crues d'utilisation normale	Période de retour (an)	50	30
	Débit (m^3/s)	836	807
Crues d'utilisation anormale	Période de retour (an)	1000	
	Débit (m^3/s)	1150	

(2) Norme sismique ET antisismique

Le mouvement tectonique récent dans la zone des travaux est faible, pas de développement de zone de faille à grande dimensions dans la zone approximative et la zone du site, d'après le plan d'intensité sismique de l'Afrique, l'accélération de crête sismique dont la probabilité de 50 ans dépasse 10% est de 0.02~0.04g, l'intensité sismique est inférieure au degré VI.

D'après «Spécifications de conception antisismique des ouvrages hydrauliques des aménagement hydro électrique» (NB/T 35047-2015), l'intensité antisismique du présent ouvrage est prise en compte selon le degré VI.

1.3.4.1.3 Coefficient de sécurité de conception

(1) D'après les dispositions de «Spécifications de conception de vanne d'eau» (NB/T 35023-2014), la valeur admise du coefficient de sécurité de stabilité contre le glissement le long du fond de vanne déversant sur la fondation de roche est indiquée dans le tableau 1.3.4.1-2:

Valeur admise du coefficient de sécurité de stabilité contre le glissement le long du fond de vanne déversant sur la fondation de roche

Tableau 1.3.4.1-2

Combinaison de charge		Valeur admise du coefficient de sécurité de stabilité contre le glissement
Combinaison essentielle		3.00
Combinaison particulière	I	2.50
	II	2.30

Nota : la combinaison particulière I s'applique à l'exécution, à la visite et au niveau de vérification des crues ;

La combinaison particulière II s'applique au séisme.

En même temps, la sollicitation maxi au fond de base de chambre des vannes n'est pas supérieure à la portance admise de fondation ; dans le cas sans séisme, le fond de chambre de vanne ne doit pas présenter la sollicitation de traction ; dans le cas de séisme, la sollicitation de traction n'est pas supérieure à 100kPa.

(2) D'après les dispositions de «Spécifications de conception du barrage à gravité en béton» NB/T 35026-2014, la résistance du barrage de rétention d'eau des deux rives et la

stabilité contre le glissement du parement de fondation du barrage sont conçues selon l'état de portance limite ; en état de limite d'utilisation normale ; le pied du barrage et le parement du barrage en amont ne doivent pas présenter la sollicitation traction verticale, en combinaison courte, la sollicitation de traction verticale en parement du barrage en aval ne dépasse pas 100kPa.

(3) D'après les dispositions de « Spécifications de conception du bâtiment de l'aménagement hydroélectrique » NB/T35011-2013, la stabilité contre le flottement du bâtiment doit satisfaire en tout régime ; la stabilité contre le glissement le long du radier de fondation du bâtiment sur les roches de base doit satisfaire en tout régime. La sollicitation mini de fondation sur la base du bâtiment, en régime de séisme, permet d'avoir une sollicitation de traction non supérieure à 100kPa, dans d'autres cas, la sollicitation de traction n'est pas admise. La sollicitation maxi de fondation ne doit pas dépasser la portance admise de fondation.

1.3.4.2 Choix de la forme du barrage, de la ligne d'axe et d'implantation des ouvrages

1.3.4.2.1 Choix de la forme du barrage

La centrale hydroélectrique de LOTEMO est un aménagement de basse chute au fil de l'eau visé à la production d'électricité, 4 groupes électrogènes axiaux sont installés à la centrale. Le type de barrage doit être correspondant à l'exigence d'évacuation de crue, assurant la chute en sûreté de crue, correspondant aussi aux usines et à la diversion de construction.

Le niveau de retenue normal de la centrale de LOTEMO est de 372m, certaines maisons sont réparties sur les deux rives du ferry au village MOUNDOUKALAKA. Il propose de baisser le niveau de crue autant que possible pour éviter l'inondation dans la zone de terrain, forêts et maisons en assurant la capacité d'irrigation de la centrale de LOTEMO.

Selon la condition topographique et géologique et l'exigence d'aménagement des travaux hydrauliques, on conclut que le barrage-frein doit répondre à l'exigence de l'évacuation de crue et l'exigence de l'aménagement de la centrale au fil de l'eau et faciliter l'aménagement de dérivation de construction, donc on recommande un type de barrage-frein en béton. Ce type est principalement visé aux barrages de retenue d'eau sur la rive droite qui occupe une place importante dans les bâtiments de retenue des eaux.

Le terrain sur les deux rives du site s'incline doucement, le terrain de couverture est bas, les roches de fondation sous-jacente sont grès quartzitiques, sans failles zonière ou zone fracturée qui traversent le site, la condition topographique et géologique est appropriée pour la

construction de barrage-poids en béton et de barrages de matériaux locaux. On propose d'adopter les barrages en terre à noyau comme une référence pour les barrages de matériaux locaux en en tenant compte l'abondance des sols locaux.

Parmi les schémas de comparaison, on considère le schéma de centrale sur la rive gauche comme une référence en tenant compte la condition routière. L'évacuateur de crue est installé au lit de la rivière principale pour faciliter l'évacuation de crue, la centrale au fil de l'eau est installée sur la rive gauche de l'évacuateur de crue. Le barrage de retenue d'eau est installé sur la rive droite de l'évacuateur de crue, on considère une comparaison entre le barrage-poids et le barrage en terre de noyau.

En cette phase, on compare le barrage-poids et le barrage en terre de noyau en fonction de sa condition topographique et géologique, conditions d'aménagements des travaux, conditions de construction, conditions de fonctionnement et le coût total du projet. Selon cette comparaison, on croit que le barrage-poids est meilleur que le barrage en terre de noyau en tenant compte ces conditions, donc on considère le barrage-poids comme le barrage de retenue d'eau sur la rive droite.

1.3.4.2.2 Choix de la ligne d'axe

Le cours de la rivière à l'aval et à l'amont du site de LOTEMO est méandrique, l'axe du barrage est limité A cause de la connexion en cascade entre le niveau de retenue de LOTEMO et de BAC à l'amont, on considère un axe auprès de l'aval en tenant compte l'utilisation de ressource d'eau et la condition d'aménagement des travaux pour profiter de hauteur de chute et réduire l'excavation. Mais de grands ravins sur la rive gauche à l'aval, la topographie est affectée par la courbe du cours de la rivière, descendue jusqu'à la plaine d'inondation. Donc le choix du cadre de l'axe en aval est limité par la topographie.

On prévoit d'aménager l'axe du barrage LOTEMO dans la place droite en comparant la condition topographique et géologique, en tenant compte les conditions d'aménagement des travaux et de ressource d'eau applicable, 250m à la place de détour en aval, l'axe considéré est figuré voir 1.3.4.2-1

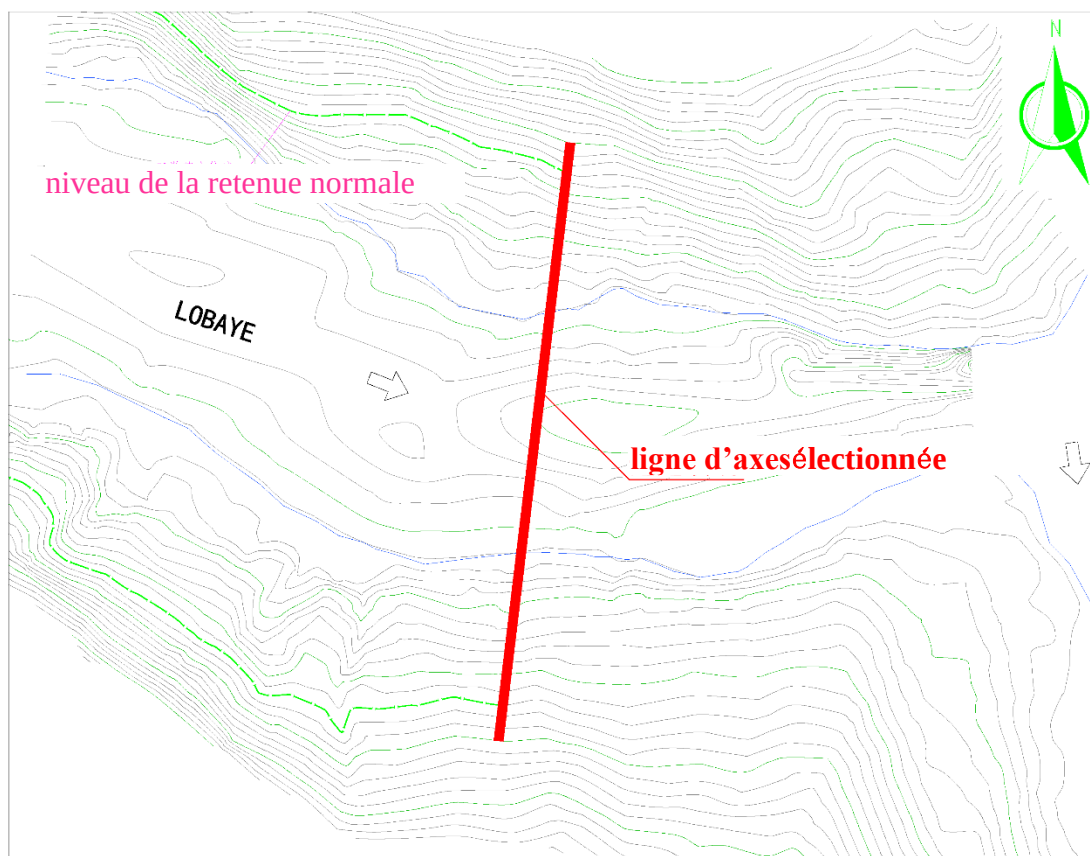


Figure 1.3.4.2-1 Schéma d'implantation de la ligne d'axe du barrage LOTEMO

1.3.4.2.3 Choix d'implantation des ouvrages

La vallée du site de LOTEMO est large, le terrain est plat, symétrique essentiellement comme un U, la largeur de la vallée à retenue d'eau normal est de 280m. Le terrain de couverture du lit de la rivière est mince, à peu près de 0.5m-1m; la profondeur d'enfouissement par l'altération intense sur la rive gauche, 0.5m-1m de près par l'altération faible inférieur; le lit de la rivière n'est pas complet, avec répartition des roches décomposées, la profondeur d'enfouissement par l'altération intense sur la rive droite est de 1.36m-4m.

Les bâtiments principaux dans le cadre de la centrale de LOTEMO sont l'évacuateur de crue et les locaux de production au fil de l'eau. L'aménagement des travaux est affecté par l'installation de l'évacuateur de crue, l'installation de des locaux de production d'électricité, la dérivation de construction, la condition routière d'accès au site et etc.

La vallée au site est large, les topographies sur la rive gauche et droite sont symétriques, sans contrainte topographique pour l'aménagement des travaux. L'évacuateur de crue doit être installé au lit de la rivière principal pour faciliter l'évacuation de crue et de sables, et les locaux de la centrale peuvent être installés d'un côté de l'évacuateur de crue. Grâce à la

symétrie topographique et la similitude géologique, il n'existe pas une différence si l'on aménage les locaux sur la rive gauche ou la rive droite, l'excavation de fondation du barrage est équivalente dans ces deux schémas.

La dérivation de construction ne limite pas l'aménagement des travaux, on prévoit une dérivation en plusieurs phases pour le canal découvert en analysant la condition topographique et géologique et l'aménagement des travaux. Le canal découvert est aménagé sur la rive droite si l'on prend le schéma de locaux sur la rive gauche, le canal découvert est aménagé sur la rive gauche si l'on prend le schéma de locaux sur la rive droite. Les quantités de travaux de ces deux schémas sont équivalentes.

Les routes existantes connectées à Mbaiki et Bangui sont toutes sur les rives gauches. Sur la rive gauche, il existe une route de service connectée au site pour le moment. L'accès routier au site est plus facile si les locaux de production sont installés sur la rive gauche, il n'existe qu'une reprise pour la route existante. Il a besoin de construire un pont permanent enjambant la rivière si les locaux de la centrale sont installés sur la rive droite, aussi, il faut allonger la route d'accès au site.

En conclusion, l'aménagement des locaux de LOTEMO est changeable, les deux schémas de l'aménagement des locaux sont similaires mais la condition routière d'accès au site sur la rive gauche est meilleure que celle de droite, donc on choisit le schéma des locaux sur la rive gauche comme un schéma à recommander dans la phase présente.

1.3.4.2.4 Plan d'implantation des ouvrages recommandé

Les constructions de l'aménagement hydroélectrique LOTEMO sont composées par la vanne de restitution, le tronçon de rétention d'eau des deux rives et le bâtiment type lit, etc., la longueur totale de crête de barrage est de 345.0m, la hauteur maxi du barrage est de 27m.

La vanne de restitution est implantée sur le cours d'eau principale, le tronçon de vanne déversant est longue de 30,0m, la hauteur maxi est de 27,00m, installer la vanne de restitution à 2 orifices, la dimension d'orifice est de 10.0m×16.0m (largeur x hauteur), le batardeau de débordement adopte le batardeau pratique WES, la cote de crête du batardeau est de 356,0mm, la cote de crête de vanne est de 375,00m. La chambre de vanne est longue de 33,5m, sa base se repose sur les roches de base à faible altération. En aval de chambre de vanne, installer le bassin de dissipation long de 40,0m, la cote de crête du radier du bassin est de 352,00m, une profondeur est de 3,0m, la cote de crête du seuil de l'extrémité du bassin est de 355,00m. La fondation de vanne, le barrage de la rive droite et gauche adoptent le bétonnage du rideau pour la prévention contre la fuite, la profondeur du rideau est 0.5 fois de la chute d'arrêt

d'eau.

Le tronçon du barrage de dénivellation en rive gauche mesure 66,0m de long, de type de barrage gravité en béton, la crête du barrage se trouve à la cote 388.00m, la crête du barrage mesure 6.0m de large, la hauteur maximum du barrage est de 18,25m. Le tronçon du barrage de dénivellation en rive droite mesure 34.0m de long, de type de barrage gravité en béton, la crête du barrage se trouve à la cote 388.00m, la crête du barrage mesure 6.0~10.0m de large, la hauteur maximum du barrage est de 27.00m, le carter de la vanne de secours est aménagé au niveau du tronçon du barrage près de la vanne d'évacuation de crues. La section principale du barrage gravité est triangulaire, le sommet et la crête du barrage se trouvent à la même cote, le parement amont est une surface verticale, la pente du talus aval est de 1 : 0.75.

Le bâtiment lit est implanté à la rive gauche, dans lequel, installer 4 groupes à aube axiale dont la capacité unitaire est de 7.25MW. La longueur totale du bâtiment principal est de 79,00m, dont le local des machines est long de 58,00m, le local d'installation est long de 21,00m. La coté d'installation des groupes est de 360,2m, la cote du niveau de base de construction du bâtiment est de 347,4m, la hauteur maxi du bâtiment est d'environ de 40,00m. La cote de crête du barrage du tronçon du bâtiment est de 375,00m, identique que le barrage frein. La route est entrée dans le local d'installation par l'aval, la cote d'accès est identique que la plate-forme de fuite d'eau et le sol du local d'installation, la cote est de 369,45m, satisfait à l'exigence de prévention des crues. Le local d'installation est implanté à l'extrémité gauche du local des machines, le bâtiment secondaire est implanté à la crête du tube de fuite d'eau, au fond du local d'installation, au côté amont et au côté gauche du bâtiment. Le transformateur principal et le local GIS sont implantés en partie supérieure de plate-forme de fuite d'eau, la crête du local GIS est implantée au champ du départ.

Le canal d'entrée d'eau est déblayé par la terrasse de la rive gauche, la cote du fond est de 358,00m. Le canal d'entrée est relié au lit par la forme à variation progressive, en vue d'assurer que le flux d'eau coule dans le bâtiment.

Le canal de fuite d'eau est de même largeur que le local des machines, la cote de sortie du tuyau de fuite d'eau est de 349,58m, par le tronçon de contre pente à 1 : 4, est remontée à la cote de 357,00m, s'allonge et relie avec le lit. Entre le canal de fuite d'eau et la vanne déversant, installer le mur de guidage.

Le transport extérieur du bâtiment est raccordé à la route du passage à la rive gauche.

1.3.4.3 Barrage frein de rétention d'eau

1.3.4.3.1 Constructions de rétention d'eau

(5) Choix du niveau de fondation de construction

D'après les dispositions de 《Norme de conception du barrage à gravité en béton》(NB/T35026-2014) : “Le niveau de base de construction du barrage à gravité en béton, en fonction de stabilité du barrage, de sollicitation de fondation, de nature mécanique des roches, de type des roches, de formation et de stabilité de base, de l'exigence de la superstructure sur la base, d'effet de renforcement de base, du procédé d'exécution, du délai, du coût etc. Est déterminé par la comparaison. Par des mesures telles que le renforcement de base, le réglage de la superstructure, etc., sur la base de satisfaire à la résistance et à la stabilité du barrage, réduire le volume de déblai. Le barrage peut être construit sur les roches de base fraîche, à faible ou moyenne altération (type III et plus) ; le barrage moyen peut être construit sur les roches de base intermédiaires à faible altération ; le barrage bas peut être construit sur les roches de base à faible altération en partie du milieu-supérieure. Le tronçon à relief peut être des deux rives peut soulager la condition.”

La hauteur maxi du barrage de l'aménagement hydroélectrique LOTEMO est de 27m, est du barrage base, en fonction de recommandation de la géologie, en associant l'exigence d'implantation des structures de construction, nous avons choisi la surface de base de construction sur les roches de base III2-III1 en partie supérieure –milieu à faible altération, le tronçon du bâtiment, le tronçon de rainure de vanne de stockage etc. satisfont à l'exigence d'implantation de structure.

(6) Structure de crête du barrage et implantation

La longueur totale de crête du barrage de rétention d'eau est de 345m, est divisé en 16 tronçons, les No 1-3 sont le tronçon de rétention d'eau de la rive gauche, sont longs de 66m ; les No 4-6 sont du tronçon du bâtiment, longs de 79m ; le tronçon No 7 est du tronçon du barrage desservant, long de 30m ; les tronçons No 8-16 sont du tronçon de rétention d'eau de la rive droite, longs de 170m. Le tronçon de barrage de vanne deversant est implanté au centre lit, la hauteur maxi de barrage est de 27m.

Le tronçon de barrage de rétention d'eau adopte le type à gravité, la cote de crête est de 375,00m, la largeur est de 6,00m, adopte la section triangulaire, la cote de crête est identique que la crête de barrage, le parement amont est vertical, le ratio de pente du parement aval est de 1 : 0,75. Tenant compte du besoin d'implantation de rainure de vanne de stockage, la largeur du tronçon No 8 est augmentée à 10,0m.

Les principales constructions à la crête de barrage sont : le local d'observation et le local de garde de la rive droite et gauche ; le local du treuil en crête de vanne deversant ; la rainure

d'observation côté amont en crête de barrage, le caniveau côté aval ; en crête du tronçon No 8, installer le magasin de vanne ; le tronçon de vanne déversant, les poutres de rail du treuil du tronçon du bâtiment, le pont de circulation, le pont du câble ; le garde corps et les colonnes des lampadaires côté amont et aval en crête de barrage, etc.

Largeur de crête de barrage : à la rive gauche les tronçons non déversant No 1-3 et le tronçon non déversant No 9~16 de la rive droite, la largeur de crête est de 6,0m ; la crête du tronçon du local d'installation No 4 est large de 17,2m ; la largeur total de crête des tronçons bâtiment No 5~6 est de 16,2m ; la largeur de crête du tronçon de vanne déversant No 7 est de 27,0m ; le tronçon No 8, à cause du besoin d'implantation de rainure de stockage de vanne, de rail du treuil, etc., la largeur de crête est de 10,0m.

Circulation en crête de barrage : de la route d'accès au barrage de rive gauche à la crête de barrage de rétention d'eau de rive gauche, par le tronçon bâtiment, le pont de circulation amont du tronçon de vanne déversant, le tronçon de rétention d'eau de rive droite, à la tête de barrage droit. Dans le champ de crête de barrage, la voiture peut circuler, pour le transport extérieur, la route d'accès au barrage de rive gauche peut servir.

(7) Séparation de fente de barrages et Water stop

Pour satisfaire à l'exigence de libération de température, de sollicitation et du tassement de déformation des constructions, etc., entre les constructions adjacentes du barrage de rétention d'eau, au sens vertical au flux d'eau, nous avons pris des mesures de séparation de fente ; en même temps pour satisfaire à l'exigence contre la fuite, la structure de water stop est installée à la séparation de fente.

La position de la fente est déterminée par la demande de la structure de l'aménagement du bâtiment, des conditions et des exigences de température de coulé du béton. Le barrage de LOTEMO a total 15 fentes transversales, l'écartement de la partie du barrage est 15.0m-34.0m.

Les joints transversaux de différents tronçons de structures relient l'amont et l'aval, au côté amont du joint transversal du barrage, installer 2 lames de water stop, la première est le water stop en cuivre, la deuxième est le waterstop en caoutchouc ; au raccordement entre l'aval de vanne d'évacuation d'eau et le bassin de dissipation, installer respectivement 1 waterstop vertical et horizontal en cuivre, en vue de former une zone étanche.

(8) Zonage des matériaux en béton

Lors de Zonage des matériaux en béton du barrage, tenir compte des exigences telles que la résistance du barrage, la résistance à la pénétration, au gel, la durabilité au frottement, à la

fissure, la méthode d'exécution, etc.

1) Les critères de résistance du béton de différentes zones doivent satisfaire à l'exigence de portance en état limite du barrage.

2) Sur la base de tenir compte de condition de service, de l'état de sollicitation, de performance du béton d'utilisation raisonnable, réduire la quantité de zonage, réduire l'interférence sur l'exécution en vue de faciliter la maîtrise d'exécution.

Selon le principe ci-dessus, en associant la condition de service du béton de différentes parties du barrage de rétention d'eau, en comparant avec les travaux similaires, nous avons fait le zonage du béton du barrage comme suit :

Le site du barrage est de la zone du climat de savane, le béton n'est pas d'exigence de résistance au gel ; la chute devant le barrage de rétention est basse, la classe de résistance à la pétration du béton maître doit pas être inférieure à W4.

(4) Vanne déversant : le remblai de base adopte du béton C20, le radier de chambre de vanne adopte du béton C25, les piles et les pieds adoptent du béton C30.

(5) Tronçon du barrage de rétention d'eau : le corps du barrage adopte du béton C20.

(6) Dalle : radier, mur latéral et le mur de dérivation adoptent du béton C25.

1.3.4.3.2 Construction de dissipation d'énergie

(4) Cote de crête du batardeau et dimension d'orifice de vanne

1) Elevation de crête du batardeau

La cote du seuil sera déterminée selon la cote du lit de l'oued, le courant d'eau, la vase, les conditions topographies et géologiques et le type du déversoir. En général, pour renforcer la capacité de vidange et de chasse de sables, la cote du seuil doit être identique à la cote du fond du lit de l'oued naturel. La cote du seuil trop élevée renforcera la pression de dissipation d'énergie à l'aval, et ne favorise pas la chasse de sables; La cote du seuil trop basse augmentera la hauteur de dénivellation de vannes, la dimension de vannes doit être plus grande; en même temps, il engendrera l'envasement du lit de l'oued à l'aval en diminuant les effets de l'évacuation des crues et de la chasse de sables des ouvrages.

La vallée de ce projet est étroite, donc il y a une limite pour la disposition des orifices de drainage, il faut d'abord garantir la capacité à répondre aux exigences de rejet de l'eau, et en même temps, afin de minimiser les apports de sédimentation au niveau de l'entrée, il doit également prendre en compte la fonction de rinçage. Le barrage se trouve au lit du fleuve principal avec un niveau naturel d'environ 356m. Le niveau d'eau normal du projet est de 372m, le niveau de l'entrée d'eau est de 360m, pour tenir compte de la chasse d'eau et pour

réduire les sédimentations du sable passant par la turbine de la centrale électrique, le niveau du barrage ne doit pas être inférieur au niveau de l'entrée d'eau; en même temps, pour abaisser la hauteur de la grille du blocage d'eau, et pour contrôler l'envergure de vanne, le niveau ne doit pas être trop bas. Compte tenu des demandes de l'énergie de décharge des crues, la capacité de chasse du sable et l'envergure de vanne, en considérant de la condition naturelle du lit de fleuve du barrage, le niveau déterminé de la crête de vanne de décharge d'eau est de 356.00m.

2) Nb d'orifice de vanne et dimension

Pour que le bâtiment ait une certaine capacité de trop-décharge, et propice à la décharge pendant la saison de crues, les orifices de drainage du projet utilisent la disposition ouverte, en utilisant la vanne radiale. Selon le niveau de la crête choisie, le niveau de blocage d'eau de vanne est de 16m, compte tenu des exigences de structure de vanne radiale, le trou de la vanne de décharge dimensionné est de 10.0m × 16,0 (largeur x hauteurs). L'envergure de décharge de crue ne pas grande, le débit de crue est de 1150m³/s, selon le calcul, c'est suffit de disposer un seul trou de décharge pour la vanne à satisfaire la demande de décharge. En tenant compte des conditions locales du fonctionnement et de la condition de maintenance, pour assurer les conditions de sécurité de décharge et les conditions d'entretien, le projet dispose de 2 trous de vanne, comme réserve et complémentaire l'un et l'autre, à condition de la panne de vanne d'un trou ou de contrôle ou la station se trouve dans la condition de trop-plein.

Vu ce qui est cité, le nombre d'orifice de la vanne de restitution du présent ouvrage et la dimension, nous recommandons d'adopter 2-10.0m (16.0m).

(5) Implantation de la structure de vanne déversant

La vanne de restitution est implantée sur centre lit, la base repose sur les roches de base à faible altération. La longueur totale du tronçon de vanne déversant est de 30,0m, la cote de crête est de 375,00m, la hauteur maxi de vanne est de 27,0m. Installer 2 orifices de vanne déversant, la dimension d'orifice est de 10.0m×16.0m (largeur x hauteur), le batardeau déversant adopte le batardeau pratique ouverte, la cote de crête est de 369,00m; l'amont au point d'origine de crête est la courbe cylindrique, l'équation de courbe est; le parement de débordement de l'aval de crête adopte la courbe de puissance; l'extrémité de courbe raccorde le tronçon de contre arc dont le rayon est de 20,0m, le point le plus bas de contre arc, à la cote de 352,00m, passe par le radier de chambre de vanne, relie le bassin de dissipation en aval.

La chambre de vanne à une longueur de 33.5m au sens d'écoulement, l'épaisseur de la plaque du fond est de 4.0m. La vanne avec 2 trous de décharge est un cours, la butée cotée de

barrage a une épaisseur de 3.0m, la butée au milieu est de 4.0m, l'avant de la butée de vanne est en une forme d'arc, et utilise la structure de béton normal.

Dans la chambre de vanne déversant, installer 1 vanne de visite et une vanne de service en segment. La vanne de visite est ouverte et fermée par le treuil de crête, la vanne segment de service est ouverte et fermée par le treuil en crête. En crête de vanne déversant, installer le pont de circulation, les poutres de rail du treuil, les poutres du caniveau, les installations d'observation, etc., les piles installent le local de treuil de vanne de service en segment.

(6) Implantation de la structure du bassin de dissipation

Le bassin de dissipation adopte la section rectangulaire. La cote de crête du radier du bassin de dissipation est de 352,00m. La longueur totale le long du cours d'eau est de 40,0m. La profondeur est de 3,0m, et la cote de crête à une épaisseur est de 2,0m. Au côté gauche du bassin est le mur de cloison du barrage du bâtiment, la crête est large de 3,0m ; au côté montagne à la rive droite, est le mur de soutènement équilibre, la crête est large de 1,5m, le parement amont est vertical ; la cote de crête du mur des deux côtés est de 364,00m.

1.3.4.3.3 Conception du traitement de base

(3) Bétonnage de consolidation de la fondation de barrage

Tenant compte du développement des failles à petite dimension, des joints dans les roches de base, les roches locales sont cassées ; pour élever l'intégrité des roches et le module élastique, réduire la déformation des roches sous sollicitation, élever la résistance à compression et au cisaillement, baisser la perméabilité de fondation de barrage, nous faisons le bétonnage de consolidation en amont et en aval de barrage de rétention d'eau des deux rives, la profondeur de bétonnage est de 5,0m.

(4) Rideau contre la fuite de fondation de barrage

L'implantation de drainage contre la pénétration tient compte de l'exigence des trois aspects : réduire la fuite de fondation de barrage et de barrage d'autour, éviter leur influence défavorable sur la stabilité de fondation de barrage et les talus des deux rives ; éviter que la surface de structure faible de fondation, la zone cassées des failles et les roches à faible résistance à la pénétration etc., sous l'action d'infiltration, produisent des destructions ; maîtriser la pression d'infiltration de surface de fondation et le volume de fuite dans le champ admis.

La couche d'isolation à la rive gauche du site du présent ouvrage est profonde, les montagnes à la rive droite sont minces, il existe le problème de fuite de fondation et du barrage d'autour.

Pour réduire la pénétration de fondation et de barrage d'autour, baisser la pression de pénétration, éviter l'influence défavorable sur la stabilité de fondation, en même temps, éviter que la surface de faible structure produit des destructions, la protection contre la pénétration de fondation adopte le bétonnage du rideau, la profondeur, en principe, est maîtrisée selon 3,0m en dessous de ligne de couche d'isolation d'eau(5Lu) ou 0,5 fois de la chute de rétention d'eau, l'intervalle de rideau est de 2m. Le rideau contre la pénétration d'autour de barrage des deux rives prolonge jusqu'au croisement entre le niveau de retenue d'eau normale et la ligne d'eau souterraine.

Le présent ouest le bâtiment lit, lors de fonctionnement normal, le niveau en aval est élevé installer la galerie de drainage dans le barrage frein, il faut installer les installations de drainage. Tenant compte que le présent ouvrage est du barrage frein à basse chute, en même temps pour faciliter l'exécution, dans le barrage, ne pas installer la galerie de drainage du bétonnage de fondation, le rideau sera effectué après former sous la pression des blocs de base, en aval du rideau, ne pas installer des orifices de drainage.

1.3.4.5 Bâtiment de l'usine et station à interrupteur

Le bâtiment lit est implanté à la rive gauche, dans lequel, installer 4 groupes à aube axiale dont la capacité unitaire est de 7.25MW. La longueur totale du bâtiment principal est de 79,00m, dont le local des machines est long de 58,00m, le local d'installation est long de 21,00m. La côté d'installation des groupes est de 360,2m, la cote du niveau de base de construction du bâtiment est de 347,4m, la hauteur maxi du bâtiment est d'environ de 40,00m. La cote de crête du barrage du tronçon du bâtiment est de 375,00m, identique que le barrage frein. La route est entrée dans le local d'installation par l'aval, la cote d'accès est identique que la plate-forme de fuite d'eau et le sol du local d'installation, la cote est de 369,45m, satisfait à l'exigence de prévention des crues. Le local d'installation est implanté à l'extrémité gauche du local des machines, le bâtiment secondaire est implanté à la crête du tube de fuite d'eau, au fond du local d'installation, au côté amont et au côté gauche du bâtiment. Le transformateur principal et le local GIS sont implantés en partie supérieure de plate-forme de fuite d'eau, la crête du local GIS est implantée au champ du départ.

Le canal d'entrée d'eau est déblayé par la terrasse de la rive gauche, la cote du fond est de 358,00m. Le canal d'entrée est relié au lit par la forme à variation progressive, en vue d'assurer que le flux d'eau coule dans le bâtiment.

Le canal de fuite d'eau est de même largeur que le local des machines, la cote de sortie du tuyau de fuite d'eau est de 349,58m, par le tronçon de contre pente à 1 :4, est remontée à la

cote de 357,0m, s'allonge et relie avec le lit. Entre le canal de fuite d'eau et la vanne d'éversant, installer le mur de guidage.

Le transport extérieur du bâtiment est raccordé à la route du passage à la rive gauche.

1.3.4.6 Surveillance de sécurité

La conception de surveillance de sécurité suit le principe dont "l'implantation de surveiller doit accentuer les points importants, s'occuper de l'état général, est curative, peut surveiller efficacement, raisonnablement et en fiabilité le fonctionnement des travaux et l'étude de feedback de conception", les objets de surveillance comprennent le barrage frein de rétention d'eau, le bâtiment, etc., la surveillance de différentes parties doit coordonner avec les démarches d'avancement, est effectué par étape, en vue d'assurer le déroulement des travaux.

Le contenu de surveillance comprend :

(1) Le barrage de rétention d'eau et le bâtiment: déplacement horizontal, déplacement vertical, pression de fondation de barrage, volume de fuite, fuite du barrage d'autour.

(2) Volume de l'environnement: surveiller le niveau d'eau, la température, les précipitations, etc.

(3) Contrôle ambulant: comme la taille des travaux est grande, le champ est large, les facteurs sont nombreux, dépendre seulement des instruments pour surveiller la performance des constructions a une grande contrainte. Pour connaître et maîtriser correctement et pleinement l'état de service des travaux, analyser et prévoir la tendance de variation des constructions adjacentes, le contrôle ambulant est un moyen important en dehors des instruments. L'exigence, les items, la méthode, le procès-verbal et le régime de contrôle ambulant etc. respectent les dispositions et les exigences de 《Norme technique de surveillance de la sécurité du barrage en béton》.

1.3.5 Structure électromécanique et métallique

1.3.5.1 Engin hydraulique

(1) Choix du modèle du groupe et du nombre d'installation

D'après les dispositions de 《Norme de conception électromécanique de l'aménagement hydro électrique》(DL/T5186), le champ de chute d'utilisation de turbine axiale tubulaire est respectivement 3-80m, 3-30m, le champ de variation de chute du présent aménagement est de 7-15m, les turbines à choisir sont le type à roue axiale, à ampoule tubulaire. Tenant compte de la réalité du réseau d'électricité, de l'expérience de gestion de fonctionnement des centrales

de la République centrafricaine, nous avons adopté la turbine à aube axiale verticale.

D'après les paramètres d'énergie hydraulique du présent aménagement, la capacité installée totale est de 29MW. Selon la capacité d'installation nationale de la République centrafricaine en 2014, est seulement de 43MW, la capacité installée unitaire du présent ouvrage n'occupe pas un rapport important dans la capacité installée totale, en cette étape, nous avons établi trois plans, soit 3, 4, 5 groupes, et nous avons fait du jugement comparatif, la capacité unitaire de différent plan est respectivement 9.67M, 7.25MW, 5.8MW. Après du calcul, le diamètre de roue de turbine des trois groupes est de 4,4m, celui des quatre groupes est de 3,8m, celui des cinq groupes est de 3,4m, du point technique, la conception et la fabrication des groupes de turbines sont faisables.

En considérant que les réservoirs de la centrale électrique n'a pas de capacité de réguler, et que la demande de correspondance entre les stations du cours supérieur et du cours inférieur, il faut qu'il soit la même quantité de groupe avec la station de BAC au cours supérieur, donc, dans cette période il échafaude une quantité de 4 pour le groupe électrique.

(2) Choix de la chute nominale

D'après les dispositions de «Norme de conception électromécanique de l'aménagement hydro électrique» : "Pour la centrale au fil de l'eau, la chute de turbine dépend du volume d'évacuation et du niveau de fuite d'eau. La chute nominale de turbine est retenue selon la chute nette du fonctionnement à la capacité suffisante de la centrale. Lors du choix de chute d'eau, compter la perte hydraulique totale du cours d'eau de turbine sous le régime nominal, réserver une marge adaptée." En associant le résultat de comparaison de la chute nominale de planification, la chute nominale des turbines est retenue à 10m.

(3) Paramètre prévu de turbine

No	Elément	Unité	Paramètre
1	Modèle du groupe		ZZ***-LH-380
2	Diamètre de roue D1	m	3.8
3	Puissance nominale	MW	7.513
4	Tour nominal	r/min	125
5	Chute nominale	m	10.0
6	Débit nominal	m ³ /s	83.5
7	Ratio du tour nominal	m (kW	609

8	Coefficient du tour nominal		1927
9	Efficienc e du point nominal	%	≥ 92.0
10	Tour volant	r/min	~260 (connexion coordonn ée), ~300 (connexion non coordonn ée)
11	Hauteur d'extraction admise Hs (à la ligne centrale des aubes)	m	+0.3

(4) Calcul de garantie de r é gulation

Le présent aménagement est du bâtiment lit, le système d'adduction d'eau unitaire est court.

Quand la valeur de tourne du groupe GD2 est de $952t/m^2$, il a besoin de 8s à fermer alignement l'ailette.

Compte tenu des résultats, pour le présent site, le taux d'augmentation de vitesse maximum des groupes est de 47,7%, la colonne d'eau est de 16,6m sous pression d'eau maximum à l'entrée de b âche spirale, le degré de vide de l'aspirateur ne dépasse pas 8,0m de colonne d'eau. Les conditions de contrôle du calcul sont remplies.

(5) Régulateur et dispositif à pression d'huile

Le présent aménagement a adopté le régulateur à double réglage programmable PID. Chaque régulateur est muni d'un jeu de dispositif à pression d'huile, leurs paramètres sont suivants :

Mod èle de r é gulateur	WST-100-2.5
Diam ère de vanne de pression	$\phi 100mm$
Mod èle du dispositif à pression d'huile	HYZ-4-2.5
Pression d'huile d'opération nominale	2.5MPa

(6) Portique du b âtiment principal

Pour satisfaire au besoin d'installation, de visite des groupes, selon la capacité unitaire et le nombre des groupes, dans le b âtiment principal, installer un pont roulant à simple chariot, en fonction du poids de levage maxi dans le b âtiment (le rotor du g é n é rateur est lourd de 58t), en cette é tape, les param ères du pont roulant sont suivants :

Forme de la grue	Grue portique à simple chariot
Poids nominale de levage	63/20/5t

Travée de portique	14m
Hauteur du levage du crochet	21m

1.3.5.2 Electricité

(1) Mode de raccordement au système d'électricité

Le présent aménagement compte raccorder par un circuit de départ 110kV à la station de transformation 110kV à Mbaïki, ensuite de la station de transformation, par la ligne 110kV, distribuer l'électricité à Bangui, Lobaye, Zinga- Libenge de la RDC.

(2) Raccordement principal électrique

Le présent aménagement installe 4 groupes, la capacité unitaire est de 7,25MW, la combinaison de générateur – du transformateur compte adopter le raccordement élargi en 2 générateurs et 1 transformateur, installer 2 transformateurs à double bobines, 1 circuit de départ 110kV, au côté 110kV, 2 arrivées et 1 départ comptent adopter le raccordement d'un bus.

(3) Principaux équipements électriques

Le modèle du générateur est SF7.25-48/ (****) , la puissance nominale est de 7,75MW, la tension nominale est de 6,3kV, le courant nominal est de 831A, le facteur de puissance nominale est de 0,8(retardé), la fréquence nominale est de 50Hz, le tour nominal est de 125rpm, le mode d'excitation emploie le système d'excitation à silicone statique contrôlable.

Le transformateur adopte du transformateur triphasé le modèle est SZ11 – 20000 / 110, la capacité nominale est 20000kVA.

1.3.5.3 Commande, protection et communication

L'aménagement adopte le système informatique comme plan de surveillance centralisée. Le personnel de permanence, dans la salle de commande centralisée, par les équipements machine-homme, tels que le moniteur, l'écran, la souris etc. sur le poste d'opération, le système de surveillance informatique réalise la mission d'automation générale. La commande locale est utilisée seulement dans le cas de mise au point, de visite ou de l'essai de machine après l'accident.

La protection du relais adopte du dispositif de protection informatique, qui réalise la protection sur les groupes, les transformateurs, les lignes, etc.

Le système CC adopte du dispositif d'alimentation du CC à haute fréquence, adopte la batterie au plomb étanche à commande par la vanne.

Le système d'excitation adopte l'excitation à redressement de silicone statique contrôlable, qui fournit le courant d'excitation aux groupes.

Le plan de communication a pris en compte de transmission optique comme mode de communication d'accès à l'aménagement ; par les échangeurs numériques intégrant le dispatching et l'administration pour construire le système de communication qui réalise l'ordonnancement de production et la gestion de production.

1.3.5.4 Structure métallique

L'aménagement hydroélectrique LOTEMO de la République centrafricaine installe 4 groupes, les ouvrages installent respectivement le système de débordement, le système d'adduction d'eau, etc., chaque système installe des équipements à structure métallique, au total 16 orifices de vannes (rainure), 13 éventails de vanne, de dégrilleur (y compris 2 vannes provisoires), 5 jeux de treuil. Le volume total des travaux des équipements à structure métallique est de 2.021t, dont celui des vannes et de dégrilleur est de 1.082t, celui des composants entrées de vanne (rainure) est de 272t, celui de treuil et de rail est de 667t.

1.3.6 Ouvrage de départ

Le site de LOTEMO et le site de BAC sont deux aménagements hydroélectriques en cascade sur la Lobaye à distance entre eux de 14km. La capacité installée totale est de 60MW, dont le site de LOTEMO de 31MW et le site de LOTEMO de 29MW. Il est prévu de construire le poste électrique central 110kV à Mbaïki. Ces deux aménagements sont raccordés au poste électrique central de Mbaïki 110kV par la ligne aérienne à simple circuit 110kV, puis le poste électrique central est raccordé par le départ 110kV, aux villes de consommation telles que Bangui, Zinga-Libenge, Boda. Il est prévu de construire un nouveau poste électrique D à la capitale Bangui. Détails et voies de livraison voir la section 1.2.6.

1.3.7 Conception d'organisation d'exécution

1.3.7.1 Condition d'exécution

1.3.7.1.1 Condition des travaux

(8) Généralités des travaux

Le bassin versant Lobaye se trouve au sud-ouest de la République centrafricaine, dans le sud est de 20km à la République du Congo. Le présent ouvrage adopte le mode de développement du lit, le niveau de retenue d'eau normale est de 372,00m, la capacité installée est de 29MW. Les ouvrages sont composés par la vanne de restitution, les tronçons de rétention d'eau des deux rives et le bâtiment lit etc., la longueur totale de crête est de 345,0m, la hauteur maxi du barrage est de 27m.

(9) Condition du transport extérieur

Le présent ouvrage est à 43km de la banlieue du chef lieu de la province Lobaye, Mbaïki,

à 152km de la capitale Bangui. La ville portuaire la plus proche de Mba ki est le Port Douala, le kilométrage est de 1609km, le transport extérieur est commode. Les marchandises du transport maritime, montent au port part Douala, l'itinéraire du transport est : port Douala – Yaounde – Bertoua - Garoua Boulai) — Bouar — Boali) — Bangui –Mba ki - chantier, la longueur totale est de 1652km, est une ligne principale du transport du Cameroun et de la République centrafricaine, chaque semaine, a deux flottes périodiques de transport des marchandises. Dont la ligne dans le territoire du Cameroun est longue de 840km, l'état de route est bon.

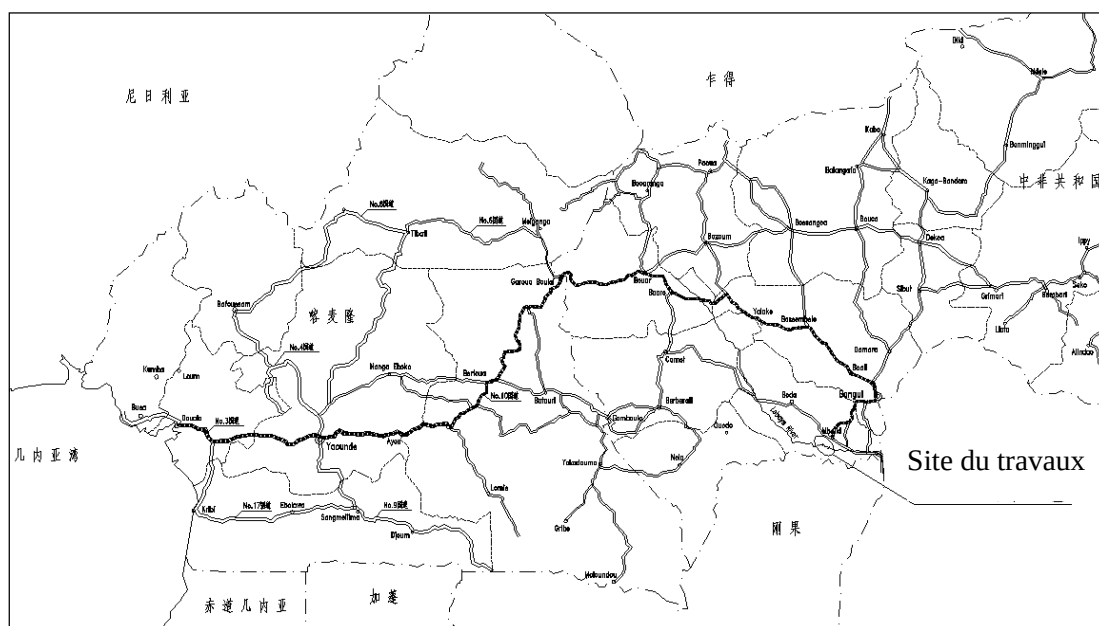


Figure 1.3.7.1-1 Schéma du transport extérieur de l'aménagement hydroélectrique LOTEMO

(10) Condition de l'emprise

Le long de l'emplacement du barrage, le rejet du niveau du sommet de la montagne des deux bords n'est pas grand, environ 500m-540m, cette région sont des petites montagnes, colline et plaine. La voie d'eau de l'emplacement du barrage est en forme d'arc, la direction est de S68° tourne à EW, le courant est doux, le niveau d'eau est environ 361m, avec la profondeur de 3m-6m, à la période humide, la largeur de la surface de l'eau est entre 60m-150m, à l'axe du cours d'eau est environ 124m, au niveau normal de retenue 372m, la vallée est de large de 260m-285m.

Les deux côtés de la montagne sont solides, la section de la vallée était large et en forme "U". Sur la rive gauche, c'est le talus en sol, la pente du terrain est à 10° - 30°; le terrain est essentiellement complet, pas de développement de ravin, avec une végétation luxuriante, qui est principalement la forêt tropicale. Sur la rive droite, sous l'altitude de 370m, c'est le talus en

sol, la pente du terrain est à 10 °- 20 ° ; Au-dessus de l'altitude de 370m, c'est principalement le talus du côté le talus doux et la zone creuse, la pente du terrain est à 10 °-25 °. La rive droite avec une topographie complète, pas de développement de ravin, avec une végétation luxuriante, qui est principalement la forêt tropicale.

Le chantier d'exécution sera implanté le long de route d'accès et de route dans le site, après le décapage, la condition du chantier est relativement bonne.

(11) Exigence de navigation et d'alimentation d'eau en aval

Selon l'enquête, le cours d'eau du projet n'a pas de besoin de navigation et d'alimentation de l'eau.

(12) Matériaux de construction naturels

Les matériaux de construction naturels nécessaires à la construction des travaux comprennent les agrégats du béton de vanne déversant et du bâtiment, les concassés et peu de terre nécessaires au remblai de batardeau, etc. Après la prospection des matériaux de construction naturels, les réserves des terres et des pierres à proximité de la zone des travaux et la qualité satisfont au besoin de construction ; le déblai du canal découvert et de fondation de barrage peut servir comme remblai ; les graviers dans la zone des travaux sont en pénurie, il faut acheter à l'extérieur.

(13) Principales provisions extérieures

Les principales provisions extérieures comprennent le ciment, les poudres de charbon, les armatures, les aciers, les matériaux explosifs et les huiles etc. d'après l'enquête, les provisions de constructions fournies localement sont limitées, il faut importer par le Cameroun ou d'autres pays et régions.

(14) Condition d'approvisionnement d'eau, d'électricité, de communication, etc.

La qualité d'eau du tronçon des travaux est bonne, le débit est élevé en année entière, donc au cours d'exécution, l'eau de production et de vie peut retirer directement de la rivière Lobaye, la zone loin du bord de rivière peut utiliser le mode de forage du puits pour trouver la solution.

La condition d'approvisionnement d'électricité dans la zone des travaux est mauvaise, impossible d'approvisionner l'électricité par le réseau local d'électricité, la capacité et la condition d'approvisionnement ne peuvent pas satisfaire au besoin de consommation d'eau, au cours d'exécution, nous allons utiliser des générateurs diesel pour approvisionner l'électricité.

Le lieu des travaux n'a pas de signal mobile, à Mbaiki, il existe du signal 2G, ne peut pas

satisfaire au besoin des travaux. Quand l'entrepreneur entre au chantier, il doit suivre et contacter du prestataire pour planifier la communication avec l'extérieur.

1.3.7.1.2 Condition naturelle

(1) Condition hydrologique

La rivière Lobaye est un affluent classe I à la rive droite de fleuve Oubangui (affluent classe I du fleuve Congo). Les affluents Mbomou et Uele en amont, après la confluence, est appelé le fleuve Oubangui, à l'ouest, après couler 350km, ensuite coule vers le sud-ouest, passe par Bangui, ensuite vers le sud, à 500km, coule dans le fleuve Congo.

La rivière Lobaye est d'origine de proximité de Bouar, l'altitude est de 1000m, après quitter l'origine, la rivière s'oriente vers le sud-est, à proximité de MANDOUKOU, elle est injectée dans la rivière MBAERE, ensuite elle s'oriente vers l'est, enfin elle est injectée dans la rivière de Bangui, l'altitude de l'estuaire est d'environ de 336m. La longueur de la rivière LOBAYE est d'environ de 450km, la baisse de pente moyenne est d'environ de 1.5‰.

La surface de collecte d'eau du site LOTEMO est de 30030km², en amont est la savane, en milieu et en aval, est la forêt tropicale vierge.

Le débit moyen pluriannuel et la distribution annuelle du site LOTEMO sont indiqués dans le tableau 1.3.7.1-1, le résultat des crues de conception de l'aménagement hydro électrique LOTEMO est indiqué dans le tableau 1.3.7.1-2, le résultat de conception des crues par étape du site de l'aménagement hydroélectrique LOTEMO est indiqué dans le tableau 1.3.7.1-3.

Tableau de débit moyen pluriannuel et la distribution annuelle du site de l'aménagement hydro électrique LOTEMO

Tableau1.3.7.1-1

Mois	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre	Janvier	Février	Mars	Année
Débit (m ³ /s)	217	226	250	277	329	394	438	389	287	241	217	210	290
Pourcentage (%)	6.4	6.0	7.3	7.8	9.6	11.2	12.8	11.4	8.1	7.1	6.1	6.2	100.0

Tableau du résultat des crues de conception du site de l'aménagement hydroélectrique

LOTEMO

Tableau1.3.7.1-2

Fréquence (%)	0.1+Δ	0.2	0.5	1	2	5	10	20
Débit (m³/s)	1150	961	913	878	836	782	734	680

Tableau du résultat de conception des crues par étape du site de l'aménagement hydroélectrique LOTEMO

Tableau1.3.7.1-3

Crues de conception	P=5%	P=10%	P=20%
Année entière	782	734	680
Décembre – juin suivant	614	556	494
Décembre – juillet suivant	654	592	527
Janvier – juin	539	490	434
Janvier – juillet	590	537	485
Décembre – février suivant	614	556	494
Juillet – août	782	734	680

(2) Condition météorologique

La rivière Lobaye se trouve dans la zone du climat forestier tropical, en général du mars à octobre est la saison de pluie, en général entre août et octobre les précipitations sont maxi, la saison sèche est du décembre au février suivant, la durée est courte, les précipitations annuelles moyennes sont de 1500mm.

D'après les statistiques d'évaporation entre 1967-1975 de la station Bangui, l'évaporation annuelle moyenne (observation) est de 1500mm.

La température maxi dans le bassin versant Lobaye arrive entre février –avril, en mai-juillet, la température baisse un peu, la température mini arrive en août, ensuite la température remonte. La variation de température journalière est importante en saison sèche, est petite en saison de pluie. D'après les données de température entre 1960-1976 de la station Boukoko, la température moyenne annuelle est de 24.3°C.

Les caractéristiques météorologiques de la zone des travaux sont indiquées dans le paragraphe 1.3.

(3) Géomorphologie

La différence de hauteur des sommets des deux rives au site de barrage n'est pas grande, la plupart sont entre 500m-600m, sont des collines et quasi plaines. Le cours d'eau dans le site de barrage est droit, par N13 E, passe la zone du site, le flux est doux, la vallée est profonde, la cote du niveau d'eau est de 371m, la largeur de rivière en période d'eau abondante est de 50m-70m, au niveau de retenue d'eau normale de 385m, la vallée est large de 150m-180m.

Les roches des deux rives au site sont profondes, la section de vallée présente une forme V asymétrique dont la rive gauche est douce, la rive droite est abrupte. La rive gauche est du talus en terre, la pente est de 10° ~ 20° , le relief est complet, est principalement la forêt tropicale. La rive droite est du talus en roche, la pente est de 20° ~ 35° , localement il existe la falaise abrupte, au talus côté amont du site, la végétation est exubérante, est principalement la forêt tropicale, la végétation côté aval n'est pas développée.

(4) Lithologie des strates et structure tectonique

La lithologie des affleurements dans la zone du site est simple, principalement est du grès du quartz précambrien (PP(q)) et la couverture quaternaire(Q4). Selon les âges, sont respectivement comme suit :

Précambrien (PP(q)): roches sédimentaires, la lithologie est grès du quartz, gris – gris blanc, couche à épaisseur moyenne-intercalaire.

Quaternaire (Q4) : la strate quaternaire est composée par les sédiments alluviaux, les résidus de pente, etc., dont :

Le site n'a pas détecté la surface I, II, la surface de structure classe III, IV dans le site n'est pas développée à la rive droite, à la rive gauche, est développée localement, la largeur et l'épaisseur de remblai sont principalement 3cm-630cm, les remblais dans les failles sont principalement des roches en morceau, des roches cassées et des débris, en état de forte altération, le type de surface de structure sont des morceaux, des débris.

(5) Condition hydrogéologique

1) Eau souterraine

L'eau souterraine dans la zone du site est composée par l'eau de fente quaternaire et l'eau de diabase des roches de base pénétrée par les précipitations. Dont l'eau en fente distribue dans la couche alluviale du lit et les pentes résiduelles de la rive gauche, l'eau de diabase est formée par l'eau de surface pénétrée dans les fentes des roches, est évacuée vers le lit.

2) Perméabilité des roches et des terres

La couverture du lit est composée par le mélange de caillou quaternaire, le mélange de

pierrres erratiques, ensuite par les graviers, et le sable, le sable et les graviers sont remplis entre les pierres erratiques et les cailloux, le diamètre de erratiques est d'une dizaine de centimètre, la composition est du grès de quartz, du quartz, en forme de rond – quasi rond, la classe de perméabilité est moyenne – forte. Dans le talus de rive gauche, les roches de surface sont centrées sur la perméabilité moyenne – forte, dans le talus de rive droite, les roches sont centrées sur la perméabilité moyenne – faible.

3) Niveau d'eau souterraine et couche d'isolation d'eau

Selon les observations sur les deux côtés de la zone de barrage du niveau d'eau stable de la fosse et la gorge de la rivière, le niveau des eaux souterraines sur les deux côtés des pentes n'ont été pas enterrés profond, soit légèrement supérieure à la profondeur des eaux, le niveau d'eau souterrain de la rive gauche est de 0.35m - 12.2m, et la rive droite est de 0.3m - 12.6m.

(6) Phénomène géophysique

1) Altération des roches

Le barrage de l'aménagement de LOTEMO se divise en efflorescence faible et minutieuse, dont l'efflorescence faible comprend le cours supérieur et inférieur. A l'emplacement du barrage, la rive gauche à la condition du vent fort la profondeur du bas est de 1.3m - 4.6m (en partant de la surface du sol, la profondeur est prégagée, le même cas ci-dessous), au cours supérieur de l'efflorescence faible, le bas est de profondeur de 7.1 - 88.3m; si le fond du lit est couvert complètement la roche altérée le bas de ce ours doit avoir une profondeur de 5.9m - 7.8m. Sur la rive droite, à la condition de l'efflorescence forte, la profondeur du bas est de 2.1m - 3.5m, et pour le cours supérieur de l'efflorescence faible, le bas doit avoir une profondeur de 6.2m - 8.2m. Les deux côtés de l'emplacement du barrage ont une altération similaire sur les roches.

2) Décharge des roches

La vallée du site est profonde, ce qui entraîne la pente à produire de décharge vers le sens en air. La fonction de décharge des roches effectue le long de pente vers les fentes d'inclinaison moyenne, sont représentés en augmentation de quantité de fissures et de l'élargissement d'ouverture de fente, dans la partie des fentes denses, la décharge est évidente, son intensité diminue avec l'augmentation de profondeur horizontale.

La zone de décharge au site se développe le long des fentes au sens NNW, NNE, les caractéristiques du développement sont :

Zone de forte décharge : le développement des fissures est dense, la surface de fentes est généralement rouillée, la fente tectonique est ouverte, l'ouverture est de 1cm~5cm, les roches

sont meubles ou l'ensemble est meuble dans la zone.

Zone de faible décharge : le développement des fissures n'est pas dense, la distribution est non homogène, la surface de fente grande est rouillée, une partie est remplie des débris, l'ouverture est de 1mm~5mm, les roches d'autour sont légèrement meubles, la surface de fente est légèrement rouillée, l'ouverture est petite, l'allongement est court.

1.3.7.2 Dérivation d'exécution

1.3.7.2.1 Mode de dérivation

A ce stade, il est recommandé d'adopter le mode de dérivation par le canal découvert de rive droite à trois phases.

D'après le programme d'avancement du présent ouvrage et les caractéristiques d'exécution de chaque étape, de l'exécution du canal découvert à l'achèvement des travaux, la dérivation est divisée en trois étapes suivantes :

(1) Etape de dérivation phase I

Du mois de janvier de deuxième année, on commence l'exécution du canal à écoulement libre de la rive droite, et jusqu'au début de mois de juin de la même année, la fin des travaux du canal et satisfaire à la condition de sortie et d'entrée d'eau, tout ça est la première étape de dérivation.

(2) Etape de dérivation phase II

Du mois de juin de deuxième année jusqu'au début de mois de janvier de quatrième année, de la deuxième étape de coupure de la rivière à la descente de vanne provisoire à l'entrée d'eau de la section du barrage, c'est deuxième étape d'exécution de dérivation.

(3) Etape de dérivation phase III

Du début de janvier de 4ème année jusqu'à la fin du mois de décembre la même année, de la descente de vanne à la production d'énergie après le remplissage d'eau, c'est le troisième étape de dérivation, pendant cet étape, du mois de février au juillet, c'est le délai d'exécution du déversoir du barrage de batardeau prévu pour le canal à écoulement libre.

1.3.7.2.2 Norme de dérivation

Le présent ouvrage est un ouvrage classe 3, les constructions permanentes sont des constructions classe 3. D'après les dispositions de 《Norme de conception d'organisation d'exécution des travaux hydroélectriques》 (DL/T5397-2007) , selon les objets protégés, la conséquence d'accident, la durée de vie et la taille des travaux, nous avons déterminé les batardeaux phase II, III comme constructions provisoires classe 5.

Conformément aux règlements de la 《Norme de conception d'organisation d'exécution

des travaux hydro électriques» (DL / T5397-2007), la règle de la conception du batardeau de deuxième et troisième étape est de rencontrer une fois l'inondation de 10ans ~ 5ans. Vu la petite envergure du projet, et la petite différence du débit d'eau pendant l'inondation de 5ans et 10ans, la règle de conception du batardeau du deuxième et troisième étape utilisent séparément le standard de rencontrer l'inondation de toute l'année de 10ans, et de rencontrer l'inondation au mois de février à l'octobre, les débits répondants respectivement sont 734m³/s et 537m³/s.

1.3.7.2.3 Procédure de déviation

La procédure de dérivation d'exécution est indiquée dans le tableau 1.3.7.2-1.

Tableau de procédure de dérivation d'exécution

Tableau1.3.7.2-1

Etape de dérivation	Période de dérivation	Norme de dérivation et de coupure de la rivière		Construction de dérivation		Niveau d'eau de l'amont(m)	Niveau d'eau de l'aval(m)	Partie d'exécution
		Fréquence	Débit (m³/s)	Constructions de rétention d'eau	Constructions d'évacuation d'eau			
Dérivation phase I	Janvier de deuxième année - Juin de deuxième année	20%(diage)	485	Digue en roche réservée, batardeau du canal de dérivation	Lit existant	361.40	360.80	Canal à écoulement libre de la rive droite et le mur de dérivation du canal à écoulement libre
Dérivation phase II	Au milieu du mois de juin de deuxième année - Décembre de troisième année	10% (année entière)	734	Batardeau en terrassement en amont et en aval phase II	Canal découvert	363.87	362.44	Vanne du barrage de la rive gauche et des locaux d'usine
Dérivation phase III	Janvier de quatrième année - Décembre de quatrième année	5% (année entière)	782	Vanne provisoire des locaux d'usine, le mur de dérivation du canal à écoulement libre	Vanne de vidange	364.78	362.83	Bâtiment

	Février de quatrième année - Juillet de quatrième année	10% (Février - Juillet)	537	Batardeau en sol et pierre au cours supérieur et inférieur, le mur de dérivation du canal à écoulement libre de troisième étape.	Vanne de vidange	363.01	361.85	Section du barrage de déversoir prévu pour le canal à écoulement libre.
--	---	----------------------------	-----	--	------------------	--------	--------	---

1.3.7.2.4 Conception de construction de dérivation

Les bâtiments principaux de dérivation sont: le canal à écoulement libre, le mur de dérivation du canal, le batardeau d'exécution du canal, batardeau en sol et pierre au cours supérieur et inférieur du deuxième étage, batardeau en sol, en pierre et en béton au cours supérieur et inférieur du troisième étage.

Le canal à écoulement libre de dérivation se dispose à la rive droite de l'emplacement du barrage, de l'entrée à la direction de l'axe S38.2°E du virage au cours supérieur, du virage au cours supérieur à la direction de l'axe S83.1° au virage du cours inférieur, du virage du cours inférieur à l'axe d'entrée N50.9°. Son entrée se trouve au niveau de 90m au cours supérieur de l'axe du barrage, la sortie se trouve au niveau de 150m au cours inférieur de l'axe, le radier de l'entrée a une hauteur de 358m, et le radier de la sortie est de 357m, avec une longueur totale d'environ 259m. Le radier du canal à écoulement libre s'étend avec une pente douce jusqu'à la position de 20m au cours inférieur de l'axe, et réduit au niveau de 357m avec la pente de 1: 6, et puis s'étend avec la pente douce jusqu'à la sortie. A l'extérieur du canal on dispose d'un mur de batardeau, avec une longueur de 200m, dont 80m du cours supérieur et le 120m du cours inférieur, entre le mur des cours supérieur et inférieur est un bloc à couler du barrage de batardeau de 20m, le bloc à une hauteur de 364.50m et une largeur de 5.0m.

Les batardeaux au cours supérieur et inférieur de la deuxième et troisième étape utilisent la structure en sol et pierre. Le batardeau du cours supérieur de la deuxième étape à une longueur d'environ 146.2m, et une hauteur de 364.5m, la largeur du sommet est de 8m, la hauteur maximum est de 7.5m. Le batardeau du cours inférieur à une longueur d'environ 124.2m, et une hauteur de 363.0m, la largeur du sommet est de 8m, la hauteur maximum est de 7m. Le batardeau du cours supérieur de la troisième étape a une hauteur 363.5m, la hauteur maximum est de 5.5m, la largeur est de 6.0m, la longueur de l'axe est d'environ 22.5m; Le batardeau du cours inférieur de la troisième étape a une hauteur 362.00m, la hauteur maximum est de 5.0m, la largeur est de 6.0m, la longueur de l'axe du batardeau est d'environ 22.5m.

1.3.7.2.5 Rétention du cours d'eau

Conformément aux règlements des Spécifications de conception et organisation du projet hydroélectrique (DL / T5397-2007), le standard de coupure de la rivière peut utiliser le débit moyen mensuel ou décade pendant la période de retour de 5ans - 10ans. Vu la petite envergure du projet, le standard de la coupure de la rivière du batardeau utilise le débit moyen de décade rencontré une fois pendant 10ans. Le moyen de coupure est le blocage immédiat.

1.3.7.3 Choix de sources des matériaux et exploitation des emprunts

Le volume du béton des gros œuvre et des constructions de dérivation (y compris le béton injecté) est de 126,7 mille m³, dont le béton de barrage est de 48,1 mille m³, le béton du bâtiment est de 76,0 mille m³, le béton de dérivation est de 0,25 dix mille m³. Les pierres du remblai du gros œuvre et de batardeau sont de 35,2 mille m³ (volume compacté, idem), les graviers sont de 0,68 dix mille m³, l'argile est de 0,15 dix mille m³.

Nous avons fait l'enquête sur les matériaux de construction naturels à proximité du site, il existe des distributions de terre et de pierre, les réserves et la qualité peuvent satisfaire à l'exigence de construction des travaux.

Le site du matériau du sol primaire est situé à la pente d'environ 3,8 km à la direction nord-est de la centrale électrique LOTEMO, à proximité de la route d'accès, la longueur d'environ 290m, la largeur de 220m, la surface de répartition d'environ $6.5 \times 10^4 \text{m}^2$, la hauteur est entre 508m~510m. Le site se trouve sur un terrain plat, la pente 0°~5°, avec une topographie complète, pas de développement du ravin, à l'intérieur du site il y a une partie du terrain cultivé il forme pas mal de végétation, qui sont principalement les arbustes et des arbres de haute futaie. Les réserves peuvent répondre aux exigences des travaux.

Le site du matériau du sol primaire est situé à la pente d'environ 700m de la rive droite du cours inférieur de l'emplacement du barrage de la centrale électrique LOTEMO, la longueur d'environ 500m, la largeur d'environ 400m, la hauteur est entre 360m-460m, la superficie est d'environ 200 000m². La pente du terrain est entre 15°~25°, avec une topographie complète, pas de développement du ravin, il forme un peu de végétation, qui sont principalement des arbres de haute futaie. Les réserves peuvent répondre aux exigences des travaux.

1.3.7.4 Exécution des travaux du gros-œuvre

1.3.7.4.1 Déblai du talus et de fondation

Le déblai du talus emploie le mode du haut en bas par couche, la hauteur de couche est maîtrisée à 8-12m. Le déblai de roche emploie l'explosion en cascade, le talus permanente, le talus oblique de fondation emploient l'explosion préalable, la risberme et la surface de base de construction réservent une couche de protection à épaisseur de 2m, les orifices sont forés avec la perceuse CM-351, les déblais sont chargés par des pelles 3m³ sur des camions à benne 15t. Les opérations de soutènement effectuent en parallèle que le déblai du talus, l'exécution d'injection du béton, des tiges d'ancrage effectuée après le déblai de hauteur d'une cascade du talus.

Le déblai de couverture emploie des pelles 3m³ qui chargent les déblais directement sur des camions à benne 12t pour évacuer, une petite partie est collectée par du bulldozer, les déblais sont évacués dans des décharges désignées. Le déblai de roche de base emploie des perceuses immersibles, le déblai effectuée avec l'explosion préalable du talus par couche, l'épaisseur de couche est de 3m-4m, les déblais sont chargés par des pelles 3m³ sur des camions à benne pour évacuer, seconder par des bulldozers qui collectent les déblais.

1.3.7.4.2 Traitement de fondation

Le traitement de base comprend : la coulée de consolidation de fondation et le rideau contre la pénétration de fondation, etc. Après finir le déblai du talus et de fondation, faire le traitement de base.

1.3.7.4.3 Bétonnage

Le système du béton du projet est disposé à l'entrée du pont à la circulation provisoire sur la rive gauche, le transport horizontal à l'aide d'un camion à benne auto-charge puis au malaxeur, et en fonction de la taille de la plate-forme, et vu l'envergure du magasin à déterminer à utiliser le camion à benne de 5t ou 10t, puis verser au malaxeur du béton de 1m³ ou 3m³. Le transport vertical de béton utilise la grue mobile ou grue à chenille avec la grue à tour pour faire entrer le malaxeur au magasin.

1.3.7.4.4 Installation des équipements électromécanique et de structure métallique

Les structures métalliques de l'ingénierie et de l'équipement, y compris: trou de vanne (rainure) 16 trous, tous les types de vannes, porte anti- poubelle 13 (y compris 2 portes temporaires), toutes sortes de levage 5 jeux, le montant total du projet de structures métalliques et de l'équipement est de 2.021t. L'installation de portails doit être suspendu séparément et souder entre les joints. Les structures métalliques se composent à l'avance et transporter à l'aide du lorry au près du front d'exécution et s'installer par joint. Le transport vertical utilise la crête et la machine de la coulée du béton ou dispositif de coulée du béton à lever.

Le montage des vannes pour le segment du barrage à évacuateur de crue est prévu à être effectué en septembre à octobre de la troisième année (phase de dérivation 2). L'atelier de montage est protégé par les batardeaux d'amont et d'aval de phase 2, afin d'assurer la mise en œuvre sur un terrain sec.

1.3.7.5 Transport d'exécution

1.3.7.5.1 Transport extérieur

Le présent ouvrage est à 43km de la banlieue du chef lieu de la province Lobaye, Mbaïki, à 152km de la capitale Bangui. La ville portuaire la plus proche de Mbaïki est le Port Douala, le kilométrage est de 1609km, le transport extérieur est commode. Les marchandises du transport maritime, montent au port part Douala, l'itinéraire du transport est : port Douala – Yaounde – Bertoua - Garoua Boulai—Bouar—Boali—Bangui –Mbaïki - chantier, la longueur totale est de 1609km, est une ligne principale du transport du Cameroun et de la République centrafricaine, chaque semaine, a deux flottes périodiques de transport des marchandises. Dont la ligne dans le territoire du Cameroun est longue de 840km, l'état de route est bon. Une autre ligne de secours est : port Douala – Yaounde – Ganboula – Beberati – Boda – Mbaïki, le kilométrage est de 1286km, de Yaounde à Mbaïki est une ligne non principale, la distance est proche, mais l'état de route est mauvais.

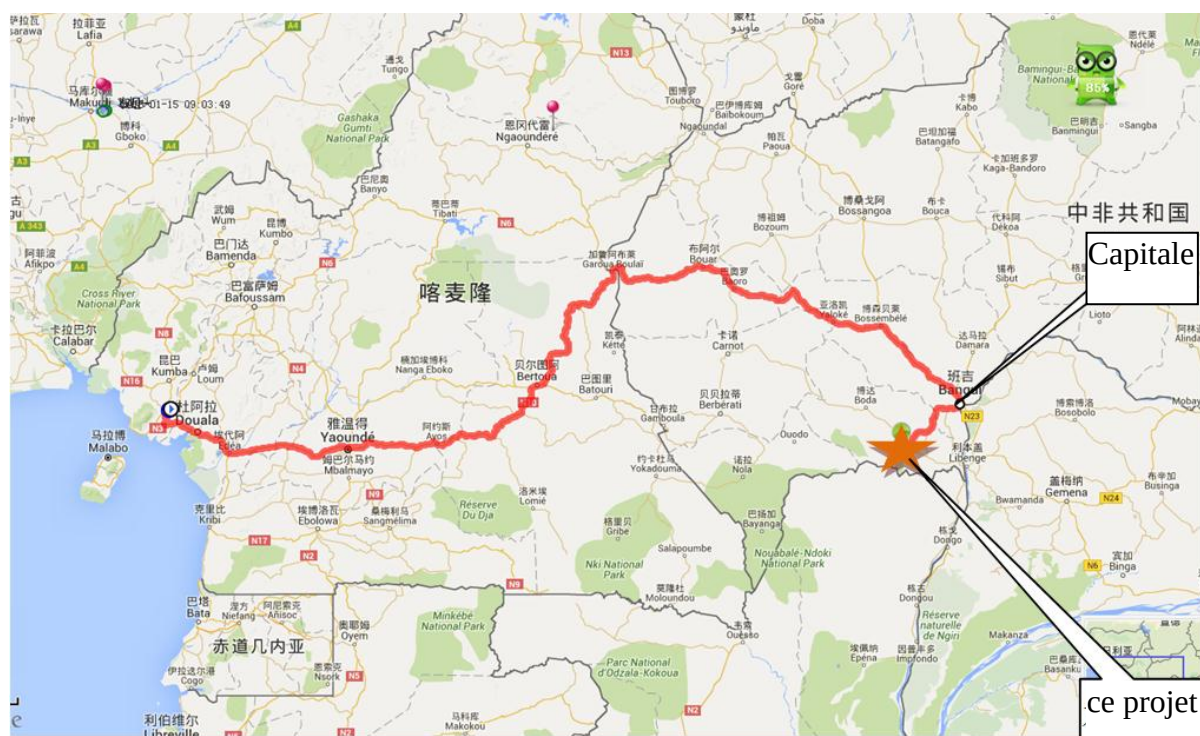


Figure 1.3.7.5-1 Schéma du transport extérieur

1.3.7.5.2 Transport dans l'emprise

La distance linéaire entre Mbaïki et le site du barrage de LOTEMO est de 15.6km. Pour arriver au point de départ de la route de raccordement du barrage, la distance par route est de 43km. Concernant la route d'accès, la chaussée est en terre, de largeur libre de 3-4m, à une voie. Les végétations sont luxuriantes à ses deux côtés. La route est nivelée, mais elle traverse le ravin par le pont simple à plaque en bois. Ceci ne peut pas satisfaire au besoin de l'accès

aux chantiers. Avant le commencement des travaux, il est nécessaire d'élargir la chaussée, de construire et de maintenir des ouvrages de franchissement, afin d'assurer la circulation externe. Sur le site des chantiers, il est nécessaire de disposer la route d'accès, la route de raccordement du barrage, les routes de raccordement de la carrière et des décharges aval, la route de raccordement des fouilles et les autres routes permanentes ou temporaires. La longueur totale est de 26.81km (sans sections associées avec du site BAC).

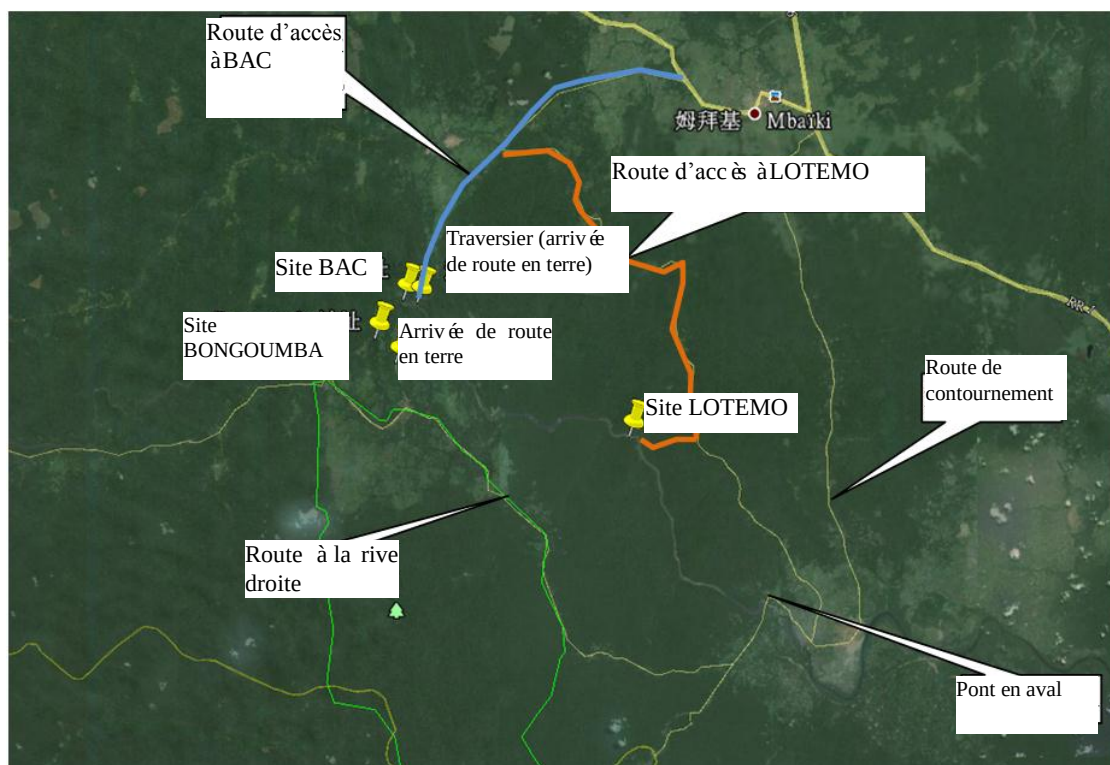


Figure 1.3.7.5-2 Schéma de transport dans le site

1.3.7.6 Implantation générale d'exécution

Les ouvrages de LOTEMO sont composés par deux parties, soit les ouvrages de tête et le bâtiment. Les principales installations implantées dans la zone des travaux sont le camp du maître d'ouvrage, le camp de l'entrepreneur, les installations auxiliaires, l'usine, la route, l'emprunt de terre, la carrière, la décharge, etc., La surface de construction et d'occupation de terrain du camp, des ateliers sont indiquée dans le tableau 1.3.7.6-1.

Tableau des caractéristiques de planification de l'emprise

Tableau 1.3.7.6-1

No	Installations provisoires	Surface de construction (m ²)	Surface d'occupation de terrain (dix mille m ²)	Remarque
1	Système de transformation de sable et des concassés	300	2.6	Près de la carrière de la rive droite
2	Système de production du béton	300	1.0	Rive gauche
3	Atelier de transformation générale	800	3.0	Rive gauche
4	Magasin général	600	1.0	Rive gauche
5	Camp de l'entrepreneur	4500	7.0	Rive gauche
6	Camp du maître d'ouvrage	500	1.0	Rive gauche
Total		7000	15.6	

La quantité du résidu du projet est à peu près 195 000 m³ (mètre carré en tas, sans compter le transport), il dispose deux sites du résidu, NO.1 et NO.2, dont le premier se trouve au près de la carrière au cours inférieur de la rive droite du barrage, qui met les résidus des travaux d'exécution du barrage de rive droite; Le deuxième est pour installer les résidus de la rive gauche du barrage et le remblai d'exécution des locaux d'usine.

Tableau des caractéristiques des décharges

Tableau 1.3.7.6-2

Décharge	Volume des décharges de planification (dix mille m ³)	Remarque
Décharge No 1	15.0	Carrière
Décharge No 2	14.0	Zone d'exécution à la rive gauche
Total	29.0	

1.3.7.7 Avancement général

Le projet itinéraire décisif de la commande du délai: le point d'entrée de l'entrepreneur du projet → voie d'entrée de la rive gauche → pont temporaire de circulation au cours inférieur → l'excavation et le support du canal à écoulement libre de la première étape de dérivation → coupure du fond de lit principal de la deuxième étape → l'exécution du batardeau de la deuxième étape → l'excavation et le support du base des locaux d'usine → le coulage du béton de base des locaux d'usine → le coulage du béton de la partie supérieure des locaux d'usine → l'installation du groupe → réservation d'eau → la production d'électricité du 1er et 2er groupe → la production après l'installation des deux groupes suivants.

Le déblai global est 48 mois, dont, préparation est 15 mois, exécution du gros œuvre est 29 mois (à compter de r éention du lit jusqu'à la production du premier groupe), le délai de production d'électricité est 44 mois, la période d'achèvement est 4 mois.

L'intensité de crête du déblai du terrassement du présent ouvrage est 13000 m³/mois, l'intensité de crête du bétonnage est 9000 m³/mois. Le nombre moyen de personne en p ériode d'exécution est de 740 personnes, le nombre en période de crête est 1200 personnes, le jour global d'exécution est de 1 million de jour.

1.4 Programme de d éveloppement conjoint de BAC et de LOTEMO

1.4.1 G énéralité des travaux

1.4.1.1 Aperçu g énéral du projet

L'am éénagement hydro électrique BAC du bassin versant Lobaye est situé dans le Sud-ouest de la République Centrafricaine, à 20km environ par rapport à la République du Congo au Sud. Ces travaux adoptent le mode de d éveloppement du type du lit de rivi ère. Le niveau de retenue normal est de 385.00m, la capacité install ée est de 31MW. L'am éénagement comprend principalement la vanne d'évacuation de crue, le segment du barrage de retenue en deux rives, l'usine du type du lit de rivi ère et les autres ouvrages, la longueur totale en crête du barrage est de 190.0m, la hauteur maximale de barrage est de 33m.

L'am éénagement hydro électrique LOTEMO du bassin versant Lobaye est situé dans le Sud-ouest de la République Centrafricaine, à 20km environ par rapport à la République du Congo au Sud. Ces travaux adoptent le mode de d éveloppement du type du lit de rivi ère. Le niveau de retenue normal est de 372.00m, la capacité install ée est de 29MW. L'am éénagement comprend principalement la vanne d'évacuation de crue, le segment du barrage de retenue en deux rives, l'usine du type du lit de rivi ère et les autres ouvrages, la longueur totale en crête du barrage est de 345.0m, la hauteur maximale de barrage est de 27m.

1.4.1.2 Condition du transport au site de deux am éagements hydro électriques

L'aménagement hydro électrique BAC et l'aménagement hydro électrique LOTEMO du bassin versant Lobaye sont en cascade en amont et en aval, l'aménagement hydro électrique LOTEMO est situé à l'emplacement d'environ 14km en aval de l'aménagement hydro électrique BAC. La distance linéaire entre M'ba ki et le site du barrage BAC est de 18.3km; la distance linéaire entre M'Mba ki et le site du barrage LOTEMO et de 15.6km. Il existe la route simple entre la ville M'Mba ki et le site du barrage BAC, la condition du transport est relativement plus excellente; et entre ladite ville et l'aménagement hydro électrique LOTEMO, basant sur l'utilisation de la route simple la ville M'Mba ki et le site du barrage BAC, il faut construire la route. La relation de position relative entre deux sites des barrages est mentionnée dans la figure 1.4.1-1.

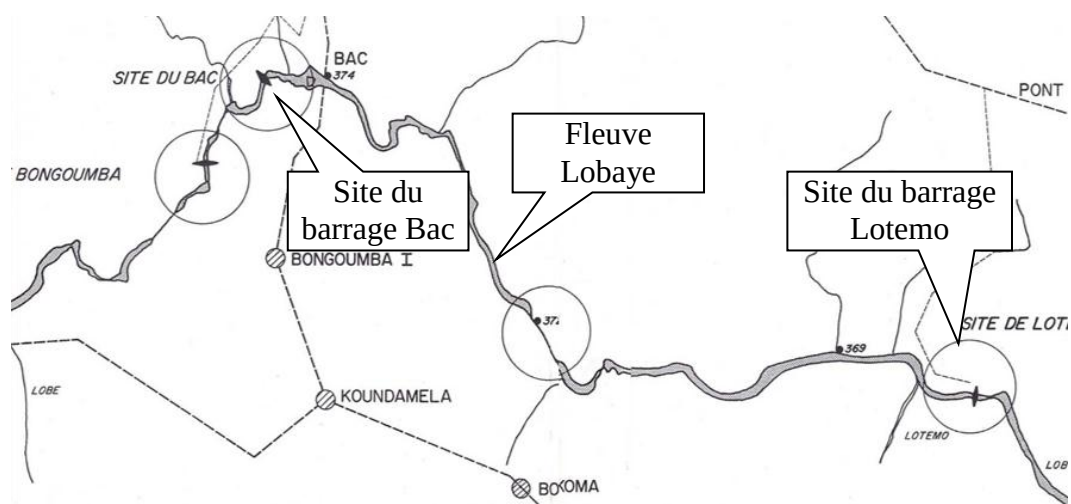


Figure 1.4.1-1 Schéma de la position relative du site du barrage de l'aménagement hydro électrique BAC et du site du barrage de l'aménagement hydro électrique LOTEMO

1.4.1.3 Résumé

Pour deux aménagements hydro électriques, les modes de développement sont identiques, les capacités installées sont approximatives, les dispositions des aménagements sont similaires, les positions sont adjacentes, il existe les conditions pour le développement conjoint de la construction.

1.4.2 Avancement général de construction du programme de développement conjoint

Le transport de l'aménagement hydro électrique BAC est plus pratique, donc, tout d'abord, il est prévu de lancer la construction de l'aménagement hydro électrique BAC, ensuite, la construction de l'aménagement hydro électrique LOTEMO. Selon le principe à la fois concernant la réduction du délai de construction et l'affectation équilibrée des mains d'œuvre, des machines et des matériaux de construction, il est prévu de commencer à effectuer la préparation et la construction de l'aménagement hydro électrique LOTEMO dans 2 ans après

le démarrage des travaux de l'aménagement hydroélectrique BAC (le commencement de l'expropriation des terrains et de la réinstallation des populations dans le cadre de la construction). Dans le planning d'avancement du programme conjoint, l'année du début de la construction de l'aménagement hydroélectrique BAC est la 1^{ère} année, l'année du début de la construction de l'aménagement hydroélectrique LOTEMO est la 3^{ème} année. Pour la construction de l'aménagement hydroélectrique BAC, après la fin de la construction du déblai sur le talus et la fondation de l'usine de la 3^{ème} année, et après la fin de la construction du bétonnage de l'usine de la 4^{ème} année, les engins de construction principaux pour le terrassement et le béton sont transportés progressivement au site du barrage de l'aménagement hydroélectrique LOTEMO, pour réaliser la construction du canal vu, du segment du barrage de retenue et d'autres parties de cet aménagement hydroélectrique, etc. Pour l'aménagement hydroélectrique BAC, si le système de transformation de sable et de pierre, le système de production des bétons, les équipements des usines de construction, les autres installations et équipements etc. fonctionnent de façon excellente, il est possible de les transférer à l'aménagement hydroélectrique LOTEMO pour la réutilisation.

Les contenus de la ligne critique du délai de construction de contrôle du développement conjoint de deux aménagements hydroélectriques sont comme suit.

L'aménagement hydroélectrique BAC: Installation au site pour l'Entrepreneur des travaux de gros œuvre de l'aménagement hydroélectrique BAC → Excavation et blindage du canal vu de dérivation de phase I de l'aménagement hydroélectrique BAC → Retenue du lit de rivière principal de phase II de l'aménagement hydroélectrique BAC → Construction du batardeau de phase II de l'aménagement hydroélectrique BAC → Excavation de la fondation de la vanne d'évacuation de crue de l'aménagement hydroélectrique BAC → Traitement de la fondation de l'aménagement hydroélectrique BAC → **(Installation au site pour l'Entrepreneur des travaux de l'aménagement hydroélectrique LOTEMO)** → Bétonnage de la vanne d'évacuation de crue de l'aménagement hydroélectrique BAC → Retenue du canal vu de phase III de l'aménagement hydroélectrique BAC → Construction du batardeau de phase III de l'aménagement hydroélectrique BAC → Excavation en terre et pierre du segment du barrage de l'usine de l'aménagement hydroélectrique BAC → Bétonnage du segment du barrage de l'usine de l'aménagement hydroélectrique BAC → Montage du groupe de l'aménagement hydroélectrique BAC → Mise en eau du réservoir de l'aménagement hydroélectrique BAC → Production électrique du 1^{er} groupe et 2^{ème} groupe de l'aménagement hydroélectrique BAC (fin de l'objectif au nœud) → Montage et production

électrique de 2 groupes suivis.

L'aménagement hydroélectrique LOTEMO: (**Traitement de la fondation de l'aménagement hydroélectrique BAC**) → Installation au site pour l'Entrepreneur des travaux de l'aménagement hydroélectrique LOTEMO → Route d'accès en rive gauche de l'aménagement hydroélectrique LOTEMO → Pont de transport provisoire en aval de l'aménagement hydroélectrique LOTEMO → Excavation et soutènement du canal vu de dérivation de phase I de l'aménagement hydroélectrique LOTEMO → Retenue du lit de rivière principal de phase II de l'aménagement hydroélectrique LOTEMO → Construction du batardeau de phase II de l'aménagement hydroélectrique LOTEMO → Excavation et soutènement de la fondation de l'usine de l'aménagement hydroélectrique LOTEMO → Traitement de la fondation de l'aménagement hydroélectrique LOTEMO → Bétonnage de la fondation de l'usine de l'aménagement hydroélectrique LOTEMO → Bétonnage de la partie supérieure de l'usine de l'aménagement hydroélectrique LOTEMO → Montage du groupe de l'aménagement hydroélectrique LOTEMO → Mise en eau du réservoir de l'aménagement hydroélectrique LOTEMO → Production électrique du 1er groupe et 2ème groupe de l'aménagement hydroélectrique → Montage et production électrique de 2 groupes suivis de l'aménagement hydroélectrique LOTEMO.

Le délai de construction total de l'aménagement hydroélectrique BAC est de 48 mois, dont, la période de préparation de construction est de 7 mois, la période de construction de gros œuvre est de 37 mois (à compter de la date de retenue du lit de rivière principal jusqu'à la production électrique du premier groupe), le délai de construction de la production électrique est 44 mois, la période d'achèvement est de 4 mois. Le délai de construction total de l'aménagement hydroélectrique LOTEMO est de 48 mois, dont, la période de préparation de construction est de 15 mois, la période de construction de gros œuvre est de 29 mois (à compter de la date de retenue du lit de rivière principal jusqu'à la production électrique du premier groupe), le délai de construction de la production électrique est 44 mois, la période d'achèvement est de 4 mois. Le développement conjoint, la période de construction en parallèle de deux aménagements hydroélectriques est d'environ 2 ans, le délai de construction total est de 72 mois.

Dans le programme de développement conjoint, pour la dérivation de construction, la sélection de source des matériaux et l'exploitation, la méthode de construction des travaux de gros œuvre, la disposition du transport de construction, la disposition générale de la construction, la ligne critique du délai de construction de contrôle de construction et les autres

plannings d'organisation de construction respectifs, ils sont identiques que la ligne critique mentionnée dans leur programme de développement indépendant. Pour le planning d'organisation de construction spécifique, voir les chapitres concernés dans le programme de développement indépendant.

1.5 Prix de proposition de projets

1.5.1 Plan de développement indépendant de la centrale hydro électrique BAC

Centrale hydro électrique BAC Développement indépendant Investissement total

Tableau 1.5.1

N°	Item	Investissement (USD)
1	Partie I : Travaux auxiliaires de construction	15,729,824
2	Partie II: Travaux des ouvrages	70,958,221
2.1	Ouvrage de retenue	17,322,768
2.2	Ouvrage de production électrique	46,345,927
2.3	Travaux de transport	6,569,732
2.4	Travaux de suivi de sécurité	24,549
2.5	Travaux de prévision hydrologique	72,469
2.6	Travaux de protection contre incendie	72,469
2.7	Travaux de sécurité du travail et d'hygiène industrielle	226,464
2.8	Autres travaux de construction	323,844
3	Partie III: Travaux de montage des équipements	6,642,645
3.1	Travaux de montage des équipements électromécaniques	4,738,068
3.2	Travaux de montage des équipements de structure métallique	1,904,577
4	Partie IV: Travail d'achat des équipements	38,808,012
4.1	Travail d'achat des équipements électromécaniques	27,526,690
4.2	Travail d'achat des équipements de structure métallique	11,281,322
5	Frais de la prospection et de la conception	6,955,506
	Travaux de centrale hydro électrique EPC	139,094,208
6	Travaux d'évacuation	42,369,345
7	Compensation pour l'expropriation des terrains de construction et la réinstallation des populations	147,798
8	Travaux pour la protection de l'environnement et le maintien de sol et	

	d'eau	1,161,336
9	Besoin du Maître d'ouvrage	1,793,624
10	Provision	-
10.1	Travaux de centrale hydro électrique EPC	5,563,770
10.2	Travaux d'évacuation	2,152,532
11	Frais du financement	-
11.1	Coût du financement pendant la période de construction des travaux de centrale hydro électrique EPC	7,083,986
11.2	Coût du financement pendant la période de construction des travaux d'évacuation	1,236,438
	Investissement total des travaux (travaux d'évacuation exclus)	154,844,721
	Investissement total des travaux (travaux d'évacuation inclus)	200,603,036
	Investissement total par kilowatt unitaire des travaux de centrale hydro électrique (USD/kW)	4,995
	Investissement total par heures de kilowatt unitaire des travaux de centrale hydro électrique (USD/kW)	0.704

NB:

1. Ce projet fait l'objet du prêt à taux préférentiel, donc le prix ci-dessus n'inclut pas le TVA et les droits et taxes de la douane produites par l'importation des matériels et matériaux;
2. Le prix ne prend pas en compte les frais d'indemnisation de l'expropriation des terrains qui sont à la charge du Maître d'ouvrage;
3. Taux de change de référence 1 USD=564.6040 FCFA (date de référence: 1 novembre 2017)

1.5.2 Plan de développement indépendant de la centrale hydro électrique LOTEMO

Centrale hydro électrique LOTEMO Développement indépendant Investissement total

Tableau 1.5.2

N°	Item	Investissement (USD)
1	Partie I : Travaux auxiliaires de construction	16,579,613
2	Partie II: Travaux des ouvrages	76,234,994
2.1	Ouvrage de retenue	21,850,757
2.2	Ouvrage de production électrique	43,393,876
2.3	Travaux de transport	10,258,610
2.4	Travaux de suivi de sécurité	36,506
2.5	Travaux de prévision hydrologique	72,469
2.6	Travaux de protection contre incendie	72,469
2.7	Travaux de sécurité du travail et d'hygiène industrielle	226,464

2.8	Autres travaux de construction	323,844
3	Partie III: Travaux de montage des équipements	6,623,236
3.1	Travaux de montage des équipements électromécaniques	4,746,612
3.2	Travaux de montage des équipements de structure métallique	1,876,625
4	Partie IV: Travail d'achat des équipements	38,353,533
4.1	Travail d'achat des équipements électromécaniques	27,193,277
4.2	Travail d'achat des équipements de structure métallique	11,160,256
5	Frais de la prospection et de la conception	7,252,185
	Travaux de centrale hydro électrique EPC	145,043,561
6	Travaux d'évacuation	41,573,891
7	Compensation pour l'expropriation des terrains de construction et la réinstallation des populations	147,798
8	Travaux pour la protection de l'environnement et le maintien de sol et d'eau	1,208,036
9	Besoin du Maître d'ouvrage	1,859,731
10	Provision	-
10.1	Travaux de centrale hydro électrique EPC	5,801,610
10.2	Travaux d'évacuation	2,112,120
11	Frais du financement	-
11.1	Coût du financement pendant la période de construction des travaux de centrale hydro électrique EPC	7,014,036
11.2	Coût du financement pendant la période de construction des travaux d'évacuation	1,213,225
	Investissement total des travaux (travaux d'évacuation exclus)	161,074,772
	Investissement total des travaux (travaux d'évacuation inclus)	205,974,007
	Investissement total par kilowatt unitaire des travaux de centrale hydro électrique (USD/kW)	5,554
	Investissement total par heures de kilowatt unitaire des travaux de centrale hydro électrique (USD/kW)	0.794

NB:

1. Ce projet fait l'objet du prêt à taux préférentiel, donc le prix ci-dessus n'inclut pas le TVA et les droits et taxes de la douane produites par l'importation des matériels et matériaux;
2. Le prix ne prend pas en compte les frais d'indemnisation de l'expropriation des terrains qui sont à la charge du Maître d'ouvrage;
3. Taux de change de référence 1 USD=564.6040 FCFA (date de référence: 1 novembre 2017)

1.5.3 Plan de développement conjoint de la centrale hydro électrique BAC et LOTEMO
BAC et LOTEMO station hydro électrique programme de développement conjoint
investissement total

Tableau 1.5.3.1

N °	Item	Investissement (USD)
1	Partie I : Travaux auxiliaires de construction	30,343,103
2	Partie II: Travaux des ouvrages	143,540,741
2.1	Ouvrage de retenue	38,011,731
2.2	Ouvrage de production électrique	87,374,969
2.3	Travaux de transport	16,712,488
2.4	Travaux de suivi de sécurité	60,635
2.5	Travaux de prévision hydrologique	143,940
2.6	Travaux de protection contre incendie	143,940
2.7	Travaux de sécurité du travail et d'hygiène industrielle	449,810
2.8	Autres travaux de construction	643,230
3	Partie III: Travaux de montage des équipements	12,994,666
3.1	Travaux de montage des équipements électromécaniques	9,333,918
3.2	Travaux de montage des équipements de structure métallique	3,660,749
4	Partie IV: Travail d'achat des équipements	76,630,329
4.1	Travail d'achat des équipements électromécaniques	54,343,250
4.2	Travail d'achat des équipements de structure métallique	22,287,079
5	Frais de la prospection et de la conception	13,868,293
	Travaux de centrale hydro électrique EPC	277,377,134
6	Travaux d'évacuation	46,346,618
7	Compensation pour l'expropriation des terrains de construction et la réinstallation des populations	303,030
8	Travaux pour la protection de l'environnement et le maintien de sol et d'eau	2,313,156
9	Besoin du Maître d'ouvrage	3,573,009
10	Provision	-
10.1	Travaux de centrale hydro électrique EPC	11,095,155

10.2	Travaux d'évacuation	2,354,593
11	Frais du financement	-
11.1	Coût du financement pendant la période de construction des travaux de centrale hydro électrique EPC	13,757,486
11.2	Coût du financement pendant la période de construction des travaux d'évacuation	1,352,504
	Investissement total des travaux (travaux d'évacuation exclus)	308,418,969
	Investissement total des travaux (travaux d'évacuation inclus)	358,472,684
	Investissement total par kilowatt unitaire des travaux de centrale hydro électrique (USD/kW)	5,140
	Investissement total par heures de kilowatt unitaire des travaux de centrale hydro électrique (USD/kW)	0.730

NB:

1. Ce projet fait l'objet du prêt à taux préférentiel, donc le prix ci-dessus n'inclut pas le TVA et les droits et taxes de la douane produites par l'importation des matériels et matériaux;
2. Le prix ne prend pas en compte les frais d'indemnisation de l'expropriation des terrains qui sont à la charge du Maître d'ouvrage;
3. Taux de change de référence 1 USD=564.6040 FCFA (date de référence: 1 novembre 2017)

1.6 Evaluation économique

1.6.1 Evaluation financière

1.6.1.1 Condition de limite principale

(1) Investissement des travaux

Selon l'estimation de l'investissement, pour le programme de développement conjoint Bac et LOTEMO, l'investissement statique total est de 343.36 millions de dollars, dont 48.70 millions de dollars pour la transmission et la transformation électrique, 358.47 millions de dollars pour l'investissement dynamique.

(2) Financement

L'investissement du présent projet compte utiliser le prêt à taux préférentiel dont le taux d'intérêt à long terme est 2%.

(3) Conditions de prêt

Le taux d'intérêt du prêt pour le financement du présent projet est calculé comme celui du prêt préférentiel, soit 2,0%, avec une période de remboursement de 20 ans. Le délai de grâce du prêt est égale au délai de construction et la période d'exploitation initiale du projet, soit 7 ans. Pendant le délai de grâce, l'emprunteur ne paye que l'intérêt, et après ce délai de grâce, le principal et l'intérêt seront ensemble remboursés dans la période de remboursement, soit pour les derniers 13 ans.

(4) Total du coût

Pour le présent aménagement, le coût total correspond au coût de production de l'électricité, y compris: frais d'amortissement, frais de réparation, frais d'assurance, salaires et avantages du bien-être, frais des matériaux, intérêts à payer et autres frais.

Dont:

1) Frais d'amortissement = Valeur des actifs immobilisés x Taux d'amortissement général, le taux d'amortissement général de cet aménagement est de 4%; Valeur des actifs immobilisés = Investissement des actifs immobilisés + Intérêt pendant la période de construction.

2) Frais de réparation = Valeur des actifs immobilisés x Taux des frais de réparation. Le taux des frais de réparation est de 1%.

3) Frais d'assurance = Valeur des actifs immobilisés x Taux des frais d'assurance. Le taux des frais d'assurance est de 0.25%.

4) Salaire et bien-être des employés = Effectif total de l'aménagement hydroélectrique x Salaire en moyenne par personne par an, l'effectif de et

aménagement hydro électrique est de 40 personnes, le salaire et le bien-être en moyenne par personne par an est de 7 000 USD.

5) Frais des matériaux = Capacité installée x Quota des frais des matériaux. Le quota des frais des matériaux est de 8USD/kW.

6) Les intérêts à payer comprennent les intérêts des prêts pour l'investissement des actifs immobilisés et des emprunts de trésorerie pendant la période d'exploitation.

7) Autres frais = Capacité installée x Quota d'autres frais, le quota d'autres frais sont de 10 USD/kW.

Le coût de production et d'exploitation ne comprend pas les frais d'amortissement et la totalité des frais payés pour rembourser les intérêts. Le coût d'exploitation annuel est d'environ 5.98 millions de dollars.

1.6.1.2 Résultat de calcul

Lors du calcul des indices financiers, compte tenu de la différence des séquences horaires du développement de l'aménagement hydro électrique BAC et de l'aménagement hydro électrique LOTEMO, il est prévu d'adopter respectivement deux programmes pour le calcul et l'analyse, soit, le programme de développement indépendant et le programme de développement conjoint pour l'aménagement hydro électrique BAC et l'aménagement hydro électrique LOTEMO. Selon le principe de durabilité financière (cet aménagement hydro électrique est contrôlé sans prêt à court terme généré) pour calculer le tarif électrique minimal, les indices financiers correspondants sont mentionnés dans le tableau 1.6-1; le résumé des indices financiers principaux du programme de développement conjoint (taux de rendement interne à capitaux exclusivement propres de 6.49%) est mentionné dans le tableau 1.6-2.

Tableau des indices financiers de deux programmes combinés de l'aménagement hydro électrique BAC et de l'aménagement hydro électrique LOTEMO

Tableau 1.6-1

Programme		Tarif électrique mis en réseau (USD/kWh)	Taux de gain financier interne de l'investissement total	Période de remboursement des prêts (an)	Remarques
Développement indépendant	BAC	0.1168	6.09%	20	L'aménagement hydro électrique est contrôlé sans prêt à court terme généré
	LOTEMO	0.1298	6.15%		
Développement conjoint	BAC, LOTEMO	0.1110	6.49%		
Développement indépendant	BAC	0.1435	8%	20	Programme de sensibilité: le taux de rendement interne de l'investissement total adopte 8%
	LOTEMO	0.1581			
Développement conjoint	BAC, LOTEMO	0.1299			

Rem : 1) Pour le cas de développement indépendant, le tarif électrique de mise en réseau de BAC et de LOTEMO comprend tout l'investissement des travaux d'évacuation;

2) Le tarif électrique de mise en réseau ci-dessus ne comprend pas la TVA.

**Tableau récapitulatif des indices financiers pour le programme
De développement conjoint de BAC et de LOTEMO**

Tableau 1.6-2

N°	Item	Unité	Indice
1	Investissement total	(Million USD)	358.65
1.1	Investissement statique	(Million USD)	343.36
1.2	Coût de financement (intérêts de période de construction inclus)	(Million USD)	15.11
1.3	Trésorerie	(USD)	180000
2	Tarif électrique	USD/kWh	0.1110
3	Total du revenu de vente de production électrique	(Million USD)	1250.91
4	Total du coût général	(Million USD)	600.61
5	Total de la taxe de vente et surtaxe	(Million USD)	0.00
6	Total du bénéfice de production électrique	(Million USD)	650.30
7	Indice de rentabilité		

N°	Item	Unité	Indice
7.1	Taux du rendement sur l'investissement	(%)	5.66
7.2	Taux du rendement interne financier de l'investissement total (après impôt)	(%)	6.49
7.3	Délai de récupération de l'investissement (après impôt sur revenu)	(an)	17.31
8	Indice de solvabilité		
8.1	Période de remboursement de l'emprunt	(an)	20.00
8.2	Taux de paiement de réserve d'intérêt en moyenne	(%)	8.86
8.3	Taux de paiement de réserve de remboursement de dette en moyenne	(%)	1.06

1.6.2 Rendement social

La capacité installée de l'aménagement hydroélectrique BAC est de 31MW, la production moyenne pluriannuelle est de 219 900 000 kWh; la capacité installée de l'aménagement hydroélectrique LOTEMO est de 29MW, la production moyenne pluriannuelle est de 202 900 000 kWh, après la fin de la construction de l'aménagement hydro électrique pour l'exploitation, à travers la rentabilité déployée par le projet lui-même, il est prévu de pousser la croissance du volume total économique de la République Centrafricaine.

La construction et la prise en production de l'aménagement hydroélectrique BAC et de l'aménagement hydro électrique LOTEMO, il est possible d'augmenter les revenus fiscaux financiers considérables au niveau local, d'entraîner le développement de l'économie locale, à travers la rentabilité déployée par le projet lui-même, afin de pousser la croissance du volume total économique de la République Centrafricaine ; la construction de l'aménagement hydro électrique va améliorer plus fortement les conditions locales du transport et jouer un rôle actif pour la création de la richesse des populations. La construction et la mise en production de l'aménagement hydro électrique vont entraîner aussi le développement d'autres ressources de cette région, accélérer le développement économique et culturel, permettant aux avantages des ressources de transformer en avantages économiques le plus tôt possible, afin de garantir efficacement la stabilité politique sociale.

Estimation du coût total

Tableau 1 en annexe

Unité Million USD

N °	Item	Période de construction (période d'exploitation précoce incluse)			Période d'exploitation							
		5 ^{ème} année	6 ^{ème} année	7 ^{ème} année	8 ^{ème} année	9 ^{ème} année	10 ^{ème} année	11 ^{ème} année	12 ^{ème} année	13 ^{ème} année	14 ^{ème} année	15 ^{ème} année
1	Coût de production et d'exploitation de l'aménagement	2.49	2.71	5.01	5.21	5.21	5.21	5.21	5.21	5.21	5.21	5.21
2	Frais d'amortissement	6.72	7.46	13.67	14.36	14.36	14.36	14.36	14.36	14.36	14.36	14.36
3	Intérêts à payer	3.14	3.49	6.22	6.26	5.78	5.29	4.81	4.33	3.85	3.37	2.89
4	Charge d'exploitation	2.85	3.11	5.74	5.98	5.98	5.98	5.98	5.98	5.98	5.98	5.98

N °	Item	Période d'exploitation										
		16 ^{ème} année	17 ^{ème} année	18 ^{ème} année	19 ^{ème} année	20 ^{ème} année	21 ^{ème} année	22 ^{ème} année	23 ^{ème} année	24 ^{ème} année	25 ^{ème} année	26 ^{ème} année
1	Coût de production et d'exploitation de l'aménagement	5.21	5.21	5.21	5.21	5.21	5.21	5.21	5.21	5.21	5.21	5.21
2	Frais d'amortissement	14.36	14.36	14.36	14.36	14.36	14.36	14.36	14.36	14.36	14.36	14.36
3	Intérêts à payer	2.41	1.93	1.45	0.96	0.48	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4	Charge d'exploitation	5.98	5.98	5.98	5.98	5.98	5.98	5.98	5.98	5.98	5.98	5.98

N °	Item	Période d'exploitation										
		27 ^{ème} année	28 ^{ème} année	29 ^{ème} année	30 ^{ème} année	31 ^{ème} année	32 ^{ème} année	33 ^{ème} année	34 ^{ème} année	35 ^{ème} année	36 ^{ème} année	
1	Coût de production et d'exploitation de l'aménagement	5.21	5.21	5.21	5.21	5.21	5.21	5.21	5.21	5.21	5.21	

Rapport des Etudes de Faisabilité* Barrage Hydro électrique de la Lobaye**

2	Frais d'amortissement	14.36	14.36	14.36	14.36	0.67	0	0	0	0	0	
3	Intérêts à payer	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
4	Charge d'exploitation	5.98	5.98	5.98	5.98	5.98	5.98	5.98	5.98	5.98	5.98	

Tableau du bénéfice et de la répartition de bénéfice

Tableau 2 en annexe

Unité Million USD

N°	Item	Période de construction (période d'exploitation précoce incluse)				Période d'exploitation						
		5ème année	6ème année	7ème année	8ème année	9ème année	10ème année	11ème année	12ème année	13ème année	14ème année	15ème année
1	Produit de production et de vente	18.92	21.03	38.49	40.43	40.43	40.43	40.43	40.43	40.43	40.43	40.43
2	Total du coût	12.71	13.97	25.44	26.23	25.78	25.32	24.87	24.42	23.96	23.51	23.06
3	Total du bénéfice	6.21	7.06	13.05	14.20	14.65	15.11	15.56	16.01	16.47	16.92	17.37
4	Impôt sur la société	1.86	2.12	3.92	4.26	4.40	4.53	4.67	4.80	4.94	5.08	5.21
5	Bénéfice après impôt	4.35	4.94	9.13	9.94	10.25	10.58	10.89	11.21	11.53	11.84	12.16
N°	Item	Période d'exploitation										
		16ème année	17ème année	18ème année	19ème année	20ème année	21ème année	22ème année	23ème année	24ème année	25ème année	26ème année
1	Produit de production et de vente	40.43	40.43	40.43	40.43	40.43	40.43	40.43	40.43	40.43	40.43	40.43
2	Total du coût	22.75	22.27	21.79	21.30	20.82	20.34	20.34	20.34	20.34	20.34	20.34
3	Total du bénéfice	17.68	18.16	18.64	19.13	19.61	20.09	20.09	20.09	20.09	20.09	20.09
4	Impôt sur la société	5.30	5.45	5.59	5.74	5.88	6.03	6.03	6.03	6.03	6.03	6.03
5	Bénéfice après impôt	12.38	12.71	13.05	13.39	13.73	14.06	14.06	14.06	14.06	14.06	14.06

Rapport des Etudes de Faisabilité* Barrage Hydro électrique de la Lobaye**

N °	Item	Période d'exploitation										
		27 ème ann ée	28 ème ann ée	29 ème ann ée	30 ème ann ée	31 ème ann ée	32 ème ann ée	33 ème ann ée	34 ème ann ée	35 ème ann ée	36 ème ann ée	
1	Produit de production et de vente	40.43	40.43	40.43	40.43	40.43	40.43	40.43	40.43	40.43	40.43	
2	Total du coût	20.34	20.34	20.34	20.34	6.65	5.98	5.98	5.98	5.98	5.98	
3	Total du bénéfice	20.09	20.09	20.09	20.09	33.78	34.45	34.45	34.45	34.45	34.45	
4	Impôt sur la société	6.03	6.03	6.03	6.03	10.13	10.33	10.33	10.33	10.33	10.33	
5	Bénéfice après impôt	14.06	14.06	14.06	14.06	23.65	24.12	24.12	24.12	24.12	24.12	

Tableau du planning de remboursement de principal et de paiement d'intérêt de l'emprunt

Tableau 3 en annexe

Unité Million USD

N°	Item	Période de construction (période d'exploitation précoce incluse)							Période d'exploitation		
		1 ^{ère} année	2 ^{ème} année	3 ^{ème} année	4 ^{ème} année	5 ^{ème} année	6 ^{ème} année	7 ^{ème} année	8 ^{ème} année	9 ^{ème} année	10 ^{ème} année
1.1	Principal et intérêt de l'emprunt au début de l'année cumulé	0.00	21.66	56.13	131.41	192.38	285.63	321.71	312.72	288.68	264.62
	Principal et intérêt de l'emprunt au début de l'année cumulé	Période d'exploitation									
		11 ^{ème} année	12 ^{ème} année	13 ^{ème} année	14 ^{ème} année	15 ^{ème} année	16 ^{ème} année	17 ^{ème} année	18 ^{ème} année	19 ^{ème} année	20 ^{ème} année
		240.57	216.51	192.45	168.40	144.34	120.29	96.23	72.18	48.12	24.07

1.7 Conclusion et recommandation

1.7.1 Conclusion

1.7.1.1 Conditions de la construction des travaux

1.7.1.1.1 Station hydro électrique BAC

(1) L'aménagement hydroélectrique BAC se trouve sur la rivière LOBAYE dans la province de Lobaye au sud-ouest de la République centrafricaine, à 20km de la banlieue du chef lieu de la province Lobaye, Mbaïki, à 105km de la capitale Bangui. Entre la zone du site et Mbaïki, il existe la route rurale simple, pour la capitale Bangui, il existe la route nationale, le transport extérieur est commode.

(2) Le résultat des données hydrologiques existantes sont raisonnables, fiables, presque satisfont à l'exigence de conception de l'aménagement hydroélectrique BAC. Après du calcul, le débit moyen pluriannuel du site BAC est de $290\text{m}^3/\text{s}$.

(3) Dans le champ de la zone des travaux, le mouvement tectonique récent est faible, dans la zone proche du site, il n'existe pas de développement de structure de faille à grande dimension, l'intensité sismique est inférieure au degré VI, la stabilité de structure régionale est bonne.

La condition géologique de la zone du réservoir est relativement simple, pas de fuite permanente du réservoir. Le relief du talus des deux rives est doux, le talus en terre et en roche est distribue en intercalaire, la stabilité de rive est bonne. La structure géologique du site de barrage est simple, pas de développement de faille grande régionale, la fissure du joint à angle incliné à moyenne pente en dehors du talus est développée. La couverture de la zone du site est du humus en pente résiduelle, du mélange de caillou et du mélange de sol erratique alluvial (caillou), l'épaisseur est de 0,5m-4m ; les roches de base sont du grès de quartz, la nature est rigide, l'ensemble de condition des roches de fondation est bon, satisfait à la condition de construction du barrage à gravité en béton. Les réserves et la qualité des terres satisfont au besoin de conception ; les carrières sont des déblais de carrière ; la qualité et les réserves satisfont au besoin des travaux.

(4) Le champ d'inondation du réservoir est petit, il n'existe pas des villages dans le champ du réservoir, l'influence d'inondation est petite.

1.7.1.1.2 Station hydro électrique LOTEMO

(1) L'aménagement hydroélectrique LOTEMO se trouve sur la rivière LOBAYE dans la province de Lobaye au sud-ouest de la République centrafricaine, à 15km de la banlieue du chef lieu de la province Lobaye, Mbaïki, à 101km de la capitale Bangui. Entre la zone du site

et Mbaïki, il existe la route rurale simple, pour la capitale Bangui, il existe la route nationale, le transport extérieur est commode.

(2) Le résultat des données hydrologiques existantes sont raisonnables, fiables, presque satisfont à l'exigence de conception de l'aménagement hydroélectrique LOTEMO. Après du calcul, le débit moyen pluriannuel du site BAC est de $292\text{m}^3/\text{s}$.

(3) Dans le champ de la zone des travaux, le mouvement tectonique récent est faible, dans la zone proche du site, il n'existe pas de développement de structure de faille à grande dimension, l'intensité sismique est inférieure au degré VI, la stabilité de structure régionale est bonne.

La condition géologique de la zone du réservoir est relativement simple, pas de fuite permanente du réservoir. Le relief du talus des deux rives est doux, le talus en terre et en roche est distribué en intercalaire, la stabilité de rive est bonne. La structure géologique du site de barrage est simple, pas de développement de faille grande régionale, la fissure du joint à angle incliné à moyenne pente en dehors du talus est développée. La couverture de la zone du site est du humus en pente résiduelle, du mélange de caillou et du mélange de sol erratique alluvial (caillou), l'épaisseur est de 0,5m-4m ; les roches de base sont du grès de quartz, la nature est rigide, l'ensemble de condition des roches de fondation est bon, satisfait à la condition de construction du barrage à gravité en béton. Les réserves et la qualité des terres satisfont au besoin de conception ; les carrières sont des déblais de carrière ; la qualité et les réserves satisfont au besoin des travaux.

(4) Le champ d'inondation du réservoir est petit, il n'existe pas des villages dans le champ du réservoir, l'influence d'inondation est petite.

1.7.1.2 Plan de la construction des travaux

1.7.1.2.1 Station hydroélectrique BAC

Le niveau de retenue d'eau normale de l'aménagement hydroélectrique BAC est de 385m, le volume du réservoir est de 12,19 millions m^3 . La capacité installée est de 31MW, adopte 4 groupes de turbine à aube axiale 7,75MW, la chute maxi est de 17m, la chute mini est de 8m, la chute nominale est de 10,7m. Le nombre d'heure d'utilisation annuel est de 7093h, la production annuelle moyenne est de 2,199 cent millions kWh.

Les ouvrages sont composés par le barrage à gravité en béton, la vanne de restitution et le bâtiment lit, etc. La longueur totale de crête de barrage est de 190m, la longueur de vanne déversant du lit est de 30m, la longueur du bâtiment lit est de 79m. Le barrage frein d'évacuation est implanté dans le cours d'eau principal, installer 2 vannes déversâtes ouvertes,

la dimension d'orifice est de 10m×16m (largeur x hauteurs), la cote de crête de batardeau est de 369,0m, dissiper l'énergie avec le fond. Le bâtiment est implanté sur la terrasse à la rive gauche, installer au total 4 groupes de turbine axiale 7,75MA, la capacité installée totale est de 31MW. La longueur totale du bâtiment est de 89,00m, dont le local des machines sont long de 58,00m, le local d'installation est long de 21,00m, le bâtiment secondaire est long de 10,00m. La cote d'installation des groupes est de 370,20m, la cote du niveau de base de construction du bâtiment est de 357,40m, la hauteur maxi du bâtiment est de 40,00m. Le local d'installation est implanté au côté gauche du local des machines, le bâtiment secondaire est implanté en crête du conduit de fuite d'eau, au fond du local d'installation, côté amont et côté gauche. Le transformateur principal et le local GIS sont implantés en partie supérieure de la plate-forme de fuite d'eau, en crête du local GIS, implanter le champ du départ.

1.7.1.2.2 Station hydro électrique LOTEMO

Pour l'aménagement de LOTEMO, la cote de retenue normale proposée est de 372m, la capacité du réservoir correspondant est de 75 480 000m³. La capacité installée est de 29MW. Il est prévu 4 groupes Turbine Kaplan-générateur à capacité unitaire de 7,25MW. La chute maximale est de 15m, la chute minimale est de 7m, la chute nominale est de 10m. Le nombre d'heure d'utilisation de la capacité installée est de 6996h. La production moyenne pluriannuelle est de 2,029 cent millions kWh.

Les ouvrages sont composés par le barrage à gravité en béton, la vanne de restitution et le bâtiment lit, etc. La longueur totale de crête de barrage est de 345m, la longueur de vanne déversant du lit est de 30m, la longueur du bâtiment lit est de 79m. Le barrage frein d'évacuation est implanté dans le cours d'eau principal, installer 2 vannes déversant ouvertes, la dimension d'orifice est de 10m×16m (largeur x hauteurs), la cote de crête de batardeau est de 356,0m, dissiper l'énergie avec le fond. Le bâtiment est implanté sur la terrasse à la rive gauche, installer au total 4 groupes de turbine axiale 7,25MW, la capacité installée totale est de 29MW. La longueur totale du bâtiment est de 89,00m, dont le local des machines sont long de 58,00m, le local d'installation est long de 21,00m, le bâtiment secondaire est long de 10,00m. La cote d'installation des groupes est de 360,20m, la cote du niveau de base de construction du bâtiment est de 347,40m, la hauteur maxi du bâtiment est de 40,00m. Le local d'installation est implanté au côté gauche du local des machines, le bâtiment secondaire est implanté en crête du conduit de fuite d'eau, au fond du local d'installation, côté amont et côté gauche. Le transformateur principal et le local GIS sont implantés en partie supérieure de la plate-forme de fuite d'eau, en crête du local GIS, implanter le champ du départ.

1.7.1.3 Conception d'organisation d'exécution

1.7.1.3.1 Plan de développement indépendant de la centrale hydro électrique BAC

Les items de l'itinéraire clé de maîtrise du délai sont : entrée au chantier de l'entrepreneur du gros œuvre → déblai du canal découvert de dérivation, doublure → rétention du lit phase II → exécution du batardeau phase II → déblai de base de vanne déversant → traitement de base → bétonnage de vanne déversant → rétention du canal phase III → exécution du batardeau phase III → déblai du terrassement du tronçon de barrage du bâtiment → bétonnage du tronçon du bâtiment → installation des groupes → retenue d'eau du réservoir → production d'électricité des groupes No 1 et 2 → production d'électricité des 2 groupes ultérieurs.

Le déblai global est 48 mois, dont, préparation est 7 mois, exécution du gros œuvre est 37 mois (à compter de rétention du lit jusqu'à la production du premier groupe), le délai de production d'électricité est 44 mois, la période d'achèvement est 4 mois.

1.7.1.3.2 Plan de développement indépendant de la centrale hydro électrique LOTEMO

Le projet utilise le batardeau en toute l'année en période séparée + le moyen de dérivation du soutirage du canal à écoulement libre. L'itinéraire décisif de la commande du délai: le point d'entrée de l'entrepreneur du projet → l'exécution du canal à écoulement libre de dérivation → l'exécution de fond du lit principal de la première étape → l'exécution du batardeau de la première étape → l'excavation et le support de la base du fond de lit de section du barrage → le coulage du fond de lit de section du barrage → l'installation du groupe → la réservation d'eau → la production d'électricité du 1er et 2er groupe → la production après l'installation des deux groupes suivants.

Le déblai global est 48 mois, dont, préparation est 15 mois, exécution du gros œuvre est 29 mois (à compter de rétention du lit jusqu'à la production du premier groupe), le délai de production d'électricité est 44 mois, la période d'achèvement est 4 mois.

1.7.1.3.3 Programme de développement conjoint de BAC et de LOTEMO

L'aménagement hydro électrique BAC: Installation au site pour l'Entrepreneur des travaux de gros œuvre de l'aménagement hydroélectrique BAC → Excavation et blindage du canal vu de dérivation de phase I de l'aménagement hydroélectrique BAC → Retenue du lit de rivière principal de phase II de l'aménagement hydroélectrique BAC → Construction du batardeau de phase II de l'aménagement hydroélectrique BAC → Excavation de la fondation de la vanne d'évacuation de crue de l'aménagement hydroélectrique BAC → Traitement de la fondation de l'aménagement hydroélectrique BAC → **(Installation au site pour**

l'Entrepreneur des travaux de l'aménagement hydro électrique LOTEMO) → Bétonnage de la vanne d'évacuation de crue de l'aménagement hydroélectrique BAC → Retenue du canal vu de phase III de l'aménagement hydroélectrique BAC → Construction du batardeau de phase III de l'aménagement hydroélectrique BAC → Excavation en terre et pierre du segment du barrage de l'usine de l'aménagement hydroélectrique BAC → Bétonnage du segment du barrage de l'usine de l'aménagement hydroélectrique BAC → Montage du groupe de l'aménagement hydroélectrique BAC → Mise en eau du réservoir de l'aménagement hydroélectrique BAC → Production électrique du 1er groupe et 2ème groupe de l'aménagement hydroélectrique BAC (fin de l'objectif au nœud) → Montage et production électrique de 2 groupes suivis.

L'aménagement hydro électrique LOTEMO: (**Traitement de la fondation de l'aménagement hydro électrique BAC**) → Installation au site pour l'Entrepreneur des travaux de l'aménagement hydroélectrique LOTEMO → Route d'accès en rive gauche de l'aménagement hydroélectrique LOTEMO → Pont de transport provisoire en aval de l'aménagement hydroélectrique LOTEMO → Excavation et soutènement du canal vu de dérivation de phase I de l'aménagement hydroélectrique LOTEMO → Retenue du lit de rivière principal de phase II de l'aménagement hydroélectrique LOTEMO → Construction du batardeau de phase II de l'aménagement hydroélectrique LOTEMO → Excavation et soutènement de la fondation de l'usine de l'aménagement hydroélectrique LOTEMO → Traitement de la fondation de l'aménagement hydroélectrique LOTEMO → Bétonnage de la fondation de l'usine de l'aménagement hydro électrique LOTEMO → Bétonnage de la partie supérieure de l'usine de l'aménagement hydroélectrique LOTEMO → Montage du groupe de l'aménagement hydroélectrique LOTEMO → Mise en eau du réservoir de l'aménagement hydroélectrique LOTEMO → Production électrique du 1er groupe et 2ème groupe de l'aménagement hydroélectrique → Montage et production électrique de 2 groupes suivis de l'aménagement hydro électrique LOTEMO.

Le délai de construction total de l'aménagement hydro électrique BAC est de 48 mois, dont, la période de préparation de construction est de 7 mois, la période de construction de gros œuvre est de 37 mois (à compter de la date de retenue du lit de rivière principal jusqu'à la production électrique du premier groupe), le délai de construction de la production électrique est 44 mois, la période d'achèvement est de 4 mois. Le délai de construction total de l'aménagement hydro électrique LOTEMO est de 48 mois, dont, la période de préparation de construction est de 15 mois, la période de construction de gros œuvre est de 29 mois (à

compter de la date de retenue du lit de rivière principal jusqu'à la production électrique du premier groupe), le délai de construction de la production électrique est 44 mois, la période d'achèvement est de 4 mois. Le développement conjoint, la période de construction en parallèle de deux aménagements hydro électriques est d'environ 2 ans, le délai de construction total est de 72 mois.

1.7.1.4 Investissement des travaux et évaluation financière

1.7.1.4.1 Investissement des travaux

Le programme de développement indépendant de l'aménagement hydro électrique BAC et de l'aménagement hydro électrique LOTEMO, l'investissement statique de l'aménagement hydro électrique est respectivement de 192.28 millions de dollars (y compris, les travaux d'évacuation, idem ci-après) et 197.75 millions de dollars, l'investissement en kW unitaire de l'aménagement hydro électrique est respectivement de 6203 dollars/kW et 6379 dollars/kW; le programme de développement conjoint de l'aménagement hydro électrique BAC et de l'aménagement hydro électrique LOTEMO, l'investissement statique de deux aménagements hydro électriques est de 343.36 millions de dollars, l'investissement en kW unitaire de l'aménagement hydro électrique est de 5723 dollars/kW.

1.7.1.4.2 Evaluation financière

Compte tenu de la différence des séquences horaires du développement de l'aménagement hydro électrique BAC et de l'aménagement hydro électrique LOTEMO, il est prévu d'adopter respectivement deux programmes pour le calcul et l'analyse, soit, le programme de développement indépendant et le programme de développement conjoint pour l'aménagement hydro électrique BAC et l'aménagement hydro électrique LOTEMO. Selon le principe de durabilité financière (cet aménagement hydro électrique est contrôlé sans prêt à court terme généré) pour calculer le tarif électrique minimal.

Lors du développement indépendant, le tarif électrique de mise en réseau de l'aménagement hydro électrique BAC est de 0.1168 dollar/kWh, le taux de rendement interne de l'investissement total est de 6.09%; le tarif électrique de mise en réseau de l'aménagement hydro électrique LOTEMO est de 0.1298 dollar/kWh, le taux de rendement interne de l'investissement total est de 6.15%.

Lors du développement conjoint, le tarif électrique général de l'aménagement hydro électrique BAC et de l'aménagement hydro électrique LOTEMO est de 0.1110 dollars/kWh, le taux de rendement interne de l'investissement total est de 6.49%.

Au point de vue des indices financiers, le programme de développement conjoint est relativement optimal.

1.7.2 Recommandation

Les conditions de construction des travaux de l'aménagement hydroélectrique BAC et de l'aménagement hydroélectrique LOTEMO sont plus excellents, l'implantation de l'aménagement est simple, il n'existe pas de problème technique important limitant la construction des travaux, le risque des travaux est faible. La nécessité de construction de l'aménagement hydroélectrique BAC et de l'aménagement hydroélectrique LOTEMO de bac et LOTEMO est élevée, les indices économiques et financiers du programme de développement conjoint de l'aménagement hydroélectrique BAC et de l'aménagement hydroélectrique LOTEMO sont plus avantageux que le programme de développement indépendant de deux aménagements hydroélectriques, c'est raisonnable sur le plan économique et faisable sur le plan financier, il est recommandé d'investir pour le développement conjoint de deux aménagements hydroélectriques le plus tôt possible.

La construction de l'aménagement hydroélectrique BAC et de l'aménagement hydroélectrique LOTEMO est conforme à la stratégie du développement d'énergie de la République Centrafricaine, il est recommandé de demander activement au gouvernement centrafricain d'accorder du soutien des politiques préférentielles concernées.