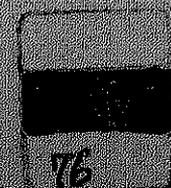


COMMISSION ECONOMIQUE DES NATIONS UNIES POUR L'AFRIQUE  
REPUBLIQUE DU ZAIRE

**ROUTE TRANSAFRICAINE**  
ETUDE DE FACTIBILITE  
**KISANGANI-BANGASSOU**  
RAPPORT FINAL  
VOL. 3

NOVEMBRE 1976

JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY





~~407 C~~  
~~R 21~~  
~~EV-D~~

532  
36  
SDF  
14306

JICA LIBRARY



1018330[9]

国際協力事業団	
受入 月日: '84. 9. 25	532
登録No. 09982	73.7
	KE



COMMISSION ECONOMIQUE DES NATIONS UNIES POUR L'AFRIQUE  
REPUBLIQUE DU ZAIRE

**ROUTE TRANSAFRICAINE**  
ETUDE DE FACTIBILITE  
**KISANGANI-BANGASSOU**

RAPPORT FINAL

VOL.3

NOVEMBRE 1976

JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY



## APPENDICE A

### Table des Matières

<u>Nombre</u>	<u>Title</u>
A.2.1	Estimation de la population de l'aire de l'influence directe
A.2.2	Proportion de la population d'aire au-dessous d'influence directe de Route de Projet à la cette zone administrative
A.2.3	Collectivités le long de la Route de Projet
A.3.1.1	Hydrologie
	(1) Générale
	(2) Température
	(3) Précipitation
	(4) Humidité et Evaporation
	(5) Intensité de précipitation probable
	(6) Topographie et Végétation
	(7) Analyse des inondations
A.3.1.2-(1)	Isohyètes (Annuel)
A.3.1.2-(2)	Isohyètes (Octobre)
A.3.1.3	Débit spécifique pour periode de crues
A.3.1.4	Débit de crue probable pour Aruwimi, Rubi et Uélé Rivières
A.3.1.5	Détail de description de Rivières principales
A.3.1.6	Bassin superficiel et débit de crue de la rivière Makala, Longa, Koteli et Bili
A.3.2.1	Etude Géologique
	(1) Généralités
	(2) Géologie par tronçon
A.3.2.2	Carte géologique de la Route
A.3.3.1	Etude des sols et résultats des essais en laboratoire
	(1) Générales
	(2) Distribution du sol
	(3) Nature du sol

<u>Nombre</u>	<u>Title</u>
A.3.3.2	Liste des données d'essai des sols
A.3.3.3	Listes des données d'essai des sols (C.B.R. & essais de stabilisation au ciment)
A.3.4.1	Taux du raccourcissement et l'économique limitée minimum de "Short-Cut" d'emplacements choisis
A.3.4.2	Economique limitée minimum de "Short-Cut" par tronçon, par type de Pavage
A.3.4.3	Caractéristiques géométriques du tracé amélioré
A.3.4.4	Ponts dormants <ul style="list-style-type: none"> <li>(1) Calculation d'écoulement</li> <li>(2) Pente longitudinale des cours d'eau</li> <li>(3) Calcul de la Durée des Pluis (temps de crue)</li> <li>(4) Intensité des pluies probables</li> <li>(5) Dessin des ponts dormants</li> </ul>
A.3.4.4-(1)	Carte d'intensité de la pluie
A.3.4.4-(2)	Carte de décharge pour tuyau d'acier ondule sur la base de Manning's formula
A.3.4.4-(3)	Carte de décharge pour tuyau d'acier ondule (Type d'arc) sur la base de Manning's formula
A.3.4.4-(4)	Calcul de ruissellement et grosseur des ponceaux pour tube de courant existant
A.3.4.5	Distribution des sols le long de la Route de Projet et types du revêtement approprié
A.3.4.6	(Alternative I) Plan de construction
A.3.4.7	(Alternative II) Plan de construction
A.3.4.8	Nombre de places de courbure sur route existante et améliorée par rayon
A.3.5.1-(1)	Longue accumulée par de route existante et améliorée
A.3.5.1-(2)	Distance moyenne pondurée de terre en mouvement long-trajet
A.3.5.2	(Alternative I Phase I) Coûts nets d'amélioration

<u>Nombre</u>	<u>Title</u>
A.3.5.3-(1)	(Alternative I Phase I) Division IV Coûts nets d'amélioration par division
A.3.5.3-(2)	(Alternative I Phase I) Division III Coûts nets d'amélioration par division
A.3.5.3-(3)	(Alternative I Phase I) Division II Coûts nets d'amélioration par division
A.3.5.3-(4)	(Alternative I Phase I) Division I Coûts nets d'amélioration par division
A.3.5.4	(Alternative I Phase II) Coûts nets d'amélioration
A.3.5.5	(Alternative I) Coûts brut d'amélioration
A.3.5.6	(Alternative II Phase I) Coûts nets d'amélioration
A.3.5.7-(1)	(Alternative II Phase I) Division IV Coûts nets d'amélioration
A.3.5.7-(2)	(Alternative II Phase I) Division III Coûts nets d'amélioration
A.3.5.7-(3)	(Alternative II Phase I) Division II Coûts nets d'amélioration
A.3.5.7-(4)	(Alternative II Phase I) Division I Coûts nets d'amélioration
A.3.5.8	(Alternative II Phase II, III, IV) Coûts nets d'amélioration
A.3.5.9	(Alternative II) Coûts bruts d'amélioration
A.3.5.10	Coûts d'entretien-annuels de la Route Transafricaine existante (Route en terre)
A.3.5.11	Coûts d'entretien annuels d'accotement du talus, de contre-fossé et zone du déboisement sur la Route de Projet (par 1,000 km) (Système du contrat)
A.3.5.12	Coûts d'entretien annuels de chaussée en eatérite sur la Route de Projet (Système du contrat)
A.3.5.13	Coûts d'entretien annuels de chaussée pavée (Système du contrat)
A.3.5.14	Coûts d'opération & d'entretien annuels d'un bac à Aruwimi rivière (35 tonne-type avec machine)

<u>Nombre</u>	<u>Title</u>
A.3.5.15	Coûts d'opération & d'entretien annuels d'un bac à Uélé rivière (30 tonne-type avec machine)
A.3.5.16	Coûts d'opération & d'entretien annuels d'un bac à Bili Rivière (8 tonne bac à main avec câble)
A.3.5.17	Coûts d'opération & d'entretien annuels d'un bac à Bomu Rivière (12 tonne-type avec machine)
A.3.5.18	Coûts d'opération & d'entretien annuels d'un bac par type sans projet de la Route de Projet
A.3.5.19	Coûts de Projets financiers annuels (Alternative I) (Total of Divisions)
A.3.5.20-(1)	Coûts de Projets financiers annuels (Alternative I) (Division IV)
A.3.5.20-(2)	Coûts de Projets financiers annuels (Alternative I) (Division III)
A.3.5.20-(3)	Coûts de Projets financiers annuels (Alternative I) (Division II)
A.3.5.20-(4)	Coûts de Projets financiers annuels (Alternative I) (Division I)
A.3.5.21	Coûts de Projets financiers annuels (Alternative II) (Total of divisions)
A.3.5.22-(1)	Coûts de Projets financiers annuels (Alternative II) (Division IV)
A.3.5.22-(2)	Coûts de Projets financiers annuels (Alternative II) (Division III)
A.3.5.22-(3)	Coûts de Projets financiers annuels (Alternative II) (Division II)
A.3.5.22-(4)	Coûts de Projets financiers annuels (Alternative II) (Division I)
A.3.6	Description d'étude du trafic d'origine-destination
A.3.6.1	Description de l'étude O-D
A.3.6.2	Feuille de données pour l'étude O-D
A.3.6.3	Nombre d'enquête de véhicules pour l'étude O-D

<u>Nombre</u>	<u>Titre</u>
A.3.6.4	Tableau O-D du trafic véhiculaire léger présent (en Octobre 1974)
A.3.6.5	Tableau O-D du trafic véhiculaire lourd présent (en Octobre)
A.3.6.6	Tableau O-D du trafic présent (Octobre 1974) (total des véhicules légers et lourdes)
A.3.6.7	O-D présent tableau de la denrée (total de la denrée)
A.3.6.8	Tableau O-D de la denrée actuel (Produit alimentaires)
A.3.6.9	Tableau O-D de la denrée actuel (Produit commercialisées)
A.3.6.10	Volume de trafic à l'heure par direction
A.3.6.11	Lignes ideals par vehicule en 1974
A.3.7-(1)	Coût d'amélioration financière annuelle dans le taux de change nouvel (Alternative I)
A.3.7-(2)	Coûts d'amélioration financière annuelle dans le taux de change nouvel (Alternative II)
A.3.7-(3)	Coûts du projet financier (Alternative I) (Divisions totales)
A.3.7-(4)	Coûts du projet financier (Alternative I) (Division IV ~ Division I)
A.3.7-(5)	Coûts du projet financier (Alternative II) (Divisions totales)
A.3.7-(6)	Coûts du projet financier (Alternative II) (Division IV ~ Division I)
A.3.7-(7)	Coûts financiers annuels du projet par tronçon dans le taux de chnge nouvel (Alternative I)
A.3.7-(8)	Coûts financiers annuels du projet par tronçon dans le taux de change nouvel (Alternative II)
A.3.8	Trafic international

A.2.1 Estimation de la population de l'aire d'influence directe

Le Tableau 2.4.11 dans rapport du support indique l'estimation de la population et les dimensions de l'aire de projet qui sont à la base du calcul des besoins futures de produits alimentaires. Le procédé d'estimation est le suivant:

- (i) Les zones administratives d'aire de projet de la route de projet, Banalia, Buta, Aketi et Bondo comme mentionné auparavant, sont divisées davantage en unités administrative plus petites, les "collectivités". Le nombre de collectivités étant sous l'influence directe de la route de projet est de 4 en Banalia, 4 en Buta, 3 en Aketi, et 5 en Bondo du nombre total de collectivités appartenant à ces zones, dont le nombre est respectivement de 5, 7, 9 et 10. La population par collectivité en 1970 est indiqué par le remarque 1/ du Tableau A.2.2.
- (ii) La proportion de nombre de villages dans la zone d'influence du nombre de villages de chaque collectivité est calculé à partir de la carte tracée vers 1960 (voir la remarque 2/ du Tableau A.2.2).
- (iii) La proportion de la population de la zone d'influence directe dans chaque collectivité est calculée en multipliant le total de la population de la collectivité en 1970 par la proportion précédente.  
(Tableau A.2.2, Remarque 3/)
- (iv) La proportion de la population de la zone d'influence directe des zones administratives par rapport à la population totale des zones dans leur ensemble est calculée en accumulant la population de la zone d'influence de chaque collectivité mentionnée ci-dessus.  
(Tableau A.2.2, Remarque 4/)

- v) La population des régions sous l'influence directe du projet en 1973 est estimée en calculant la population de chaque zone administrative en 1973 indiquée sur le Tableau 2.4.11 par la proportion ci-dessus.

L'estimation ci-dessus a aussi été vérifiée avec le rapport de l'extension de la route dans la zone d'influence immédiate avec l'extension total de la route dans la collectivité en supposant que la distribution de la population peut être considérée comme étant proportionnelle à l'extension de la route du fait que la population s'est généralement répartie de manière égale tout au long de l'aire de projet de la route de projet. Cette supposition est relativement en accord avec les résultants de l'estimation de la population par nombre de villages donnée ci-dessus. La population dans la zone de Bondo présente une différence remarquable entre 174.211 en 1970 indiqué dans le remarque 5/ du Tableau A.2.2 et 99.027 en 1973 indiqué sur le Tableau 2.4.11 la première population étant trop élevée pour être expliquée même du point de vue historique.

La différence peut être en partie expliquée par la différence de population entre 1970 et 1973 observée dans certains collectivités (un exemple est donné dans le cas de la collectivité de Kasai sur le Tableau A.2.2, collectivité dont la population était de 43.175 en 1970 mais réduite à 15.145 en 1973.). D'autre part, des travaux d'estimation semblables effectués dans la zone de Bondo en 1973 ont atteint la valeur d'environ 40% comme rapport estimé de la population d'aire de projet avec celle de la zone administrative dans son ensemble.

Ainsi, l'estimation de la population qui précède ne s'est pas avérée satisfaisante, même avec des difficultés statistiques en tant que telles, et la valeur de 35% estimée en 1970 peut être utilisée comme rapport de la population de la région de la zone sous l'influence directe avec la population totale de la zone de Bondo.

## A.2.2

A.2.2 Proportion de la population d'aire au-dessous d'influence  
directe de route de projet à la cette zone administrative (%)

Zone Administrative	Collectivité le long de la route de projet	Population en 1970 Note 1/	Population d'aire d'influence directe	
			Rapport (%) Note 2/	Nombre actuel Note 3/
Banalia	Bamanga	30,920	80	24,736
	Banalia - Bamba	16,201	40	6,480
	Baboro	5,865	70	4,106
	Babua de Kole	13,297	60	7,978
	Population totale de la zone	73 612	58 <sup>4/</sup>	43 300
Buta	Monganzulu	5,019	90	4,517
	Buta	19,371	100	19,371
	Mobati	6,265	10	627
	Nguru	8,184	100	8,184
	Population totale de la zone	63,439	52 <sup>4/</sup>	32,699
Aketi	Avuru-Gatanga	18,954	80	15,163
	Mobati-Boyele	5,903	40	2,361
	Avuruduma	6,459	80	5,167
	Population totale de la zone	82,795	27 <sup>4/</sup>	22,691
Bondo	M-Mondila Mobenge	7,004	90	6,304
	Duaru	27,995	80	22,396
	Deni	10,024	60	6,014
	Kasa	43,175	50	21,588
	Soa	5,201	80	4,161
	Population totale de la zone	174,211 <sup>5/</sup>	35 <sup>4/</sup>	60,463

### A.2.2 Remarques:

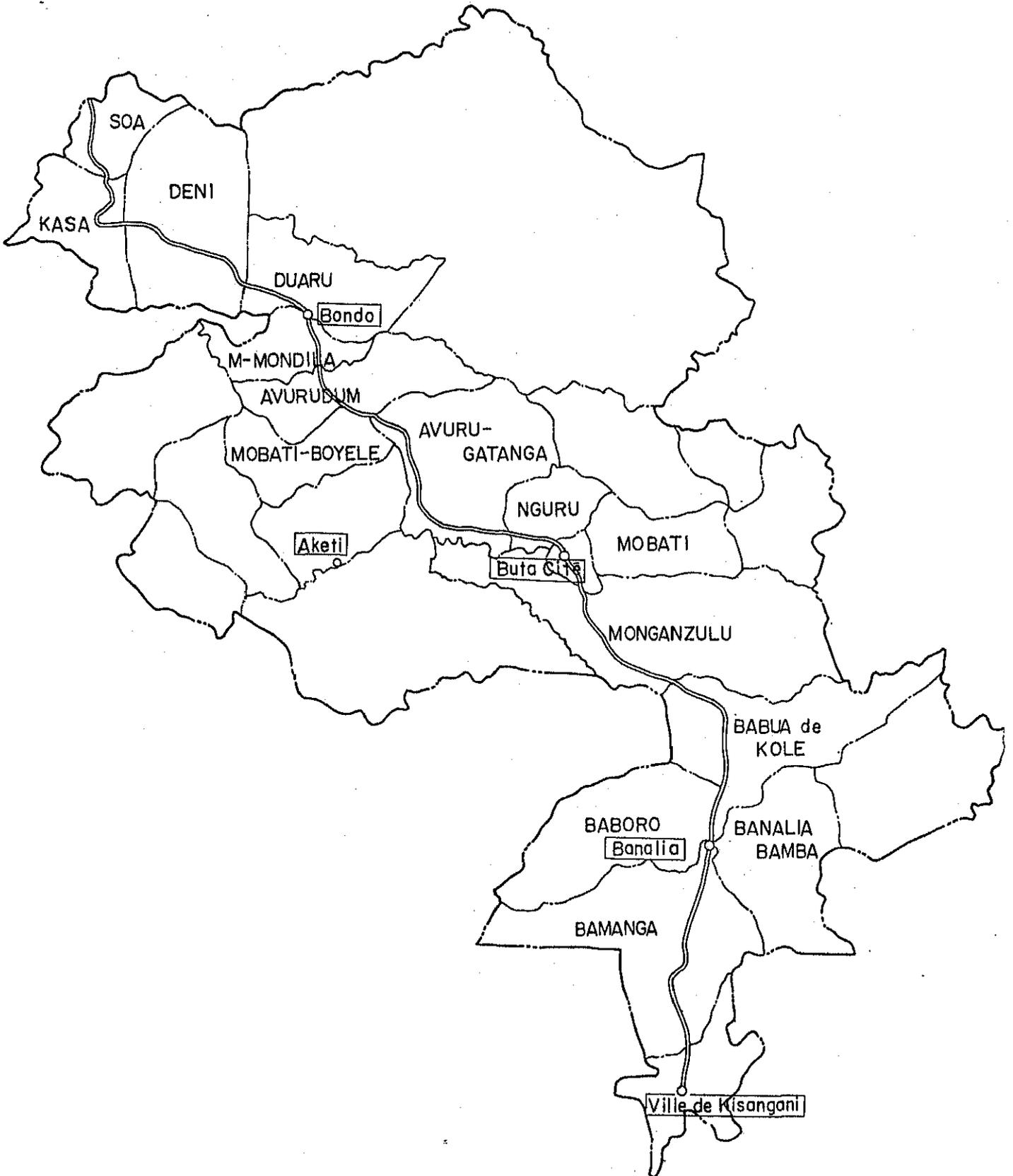
- 1/ La zone d'influence implique administrativement des zones telles que Banalia, Buta, Aketi et Bondo qui sont aussi départagées en nombre de collectivité ou communes, cinq à Banalia, sept à Buta, neuf à Aketi et dix à Bondo. Parmi laquelle le nombre de collectivités impliquées dans la zone d'influence est de quatre dans la zone de Banalia. Quatre dans la zone de Buta. Trois dans la zone d'Aketi et cinq dans la zone de Bondo et leurs populations en 1970 est listée dans le tableau.
- 2/ Le nombre de village fut compté pour la zone d'influence aussi que pour chaque collectivité utilisant un plan administrative d'une échelle 1/5.000 qui fut tracé en 1960, et la proportion du nombre de ces villages dans la zone d'influence dans chaque collectivité en nombre total de village dans chaque collectivité respective.
- 3/ La population de la zone d'influence dans chaque collectivité fut calculée en multipliant la proportion ci-dessus mentionnée dans la paragraphe N<sup>o</sup>. 2 par la population de chaque collectivité.
- 4/ Alors la proportion de la population dans la zone d'influence dans chaque collectivité à la population de zone respective fut calculée.
- 5/ La population dans la zone d'influence en 1973 fut calculée en multipliant la proportion calculée dans le paragraphe N<sup>o</sup>. 4 à la population de chaque zone en 1973.

A.2.3

A.2.3

COLLECTIVITES ALONG PROJECT ROAD

COLLECTIVITES LE LONG DE LA ROUTE DE PROJET



### A.3.1.1

#### A.3.1.1 Hydrologie

##### (1) Générale

Comme indiqué sur la Planche 1.1.1 du Volume 2, la région de ce projet se trouve dans la partie nord du plateau du Congo située approximativement au milieu du continent africain.

La topographie de l'emplacement du projet est caractérisée par la pente douce de la montée et de la descente s'étendant du plateau à la montagne et l'élévation au-dessus du niveau de la mer est de l'ordre de 350-590 m.

De ce fait, l'emplacement du projet se trouve en une partie relativement élevée du plateau du Congo.

A l'est du plateau du Congo, se trouve une chaîne de montagnes d'une altitude de l'ordre de 2.100-5.000 m comprenant le Mt. Ruwenzori (Alt. 5.119 m). Ainsi, l'air humide provenant de l'océan indien n'atteint pas les terres intérieures étant arrêté par cette chaîne de montagnes, et la mousson humide de la Guinée provenant de l'océan atlantique amène de la pluie à cette région intérieure.

Le plateau du Congo est divisé de par ses caractéristiques météorologiques en les régions suivantes:

- a) Plateau équatorial de forêts tropicales humides avec beaucoup de pluies.
- b) Plateau du sud avec un climat relativement sec.
- c) Zone montagneuse de l'est avec une température relativement basse et peu de pluies.
- d) Zone côtière de l'ouest avec transition de climat humide à climat sec.

La région de ce projet se trouve dans la zone (a) ci-dessus. Avec un mouvement vers le sud du front tropical de décembre à mars, la région est couverte par une masse d'air continental tropical. Pendant ce temps, une masse d'air maritime tropical sec pénètre dans cette région par le vent d'est sud-est venant de l'océan indien, et la saison sèche s'établit dans la région.

D'avril au mois de novembre, la mousson de la Guinée venant de l'océan atlantique est prédominante à l'intérieur du continent du fait du déplacement vers le sud de la basse pression atmosphérique du désert du Sahara, amenant de la pluie dans cette région. La pluie est généralement accompagnée de vents forts et du genre bourrasque avec du tonnerre.

Kisangani qui se trouve sous l'équateur a des pluies relativement régulières tout au cours de l'année.

En se déplaçant vers le nord, la distinction entre la saison sèche et la saison humide devient plus prononcée, et les deux saisons deviennent l'opposé de celles de Kinshasa qui se trouve au sud de l'équateur.

## (2) Température

La température annuelle moyenne dans l'aire de projet est d'environ 25°C et la différence entre les températures moyennes mensuelles est réduite à l'ordre de 2°C. Cependant, la moyenne annuelle des températures maximum d'environ 30°C est différente d'environ 10°C de la moyenne annuelle des températures minimum d'environ 20°C.

A Kisangani, la température à 6 heures du matin est la plus faible (20°C) et à 2 heures de l'après-midi est la plus élevée 28°C et la différence de température s'élève jusqu'à 8°C.

### (3) Précipitation

La quantité d'eau tombant annuellement dans l'aire de projet est entre 1.500 et 1.800 mm. Il y a trois périodes de durée de fortes chutes de pluie par an à Kisangani et dans les alentours, plus précisément, avril, août et octobre-novembre, dans la région de Bangassou, il y a deux saisons de fortes chutes de pluie, en mars-mai et août-novembre.

Le nombre de jours de pluie par mois est de 10 à 17 jours en moyenne à Kisangani, alors qu'à Bongo, le nombre est nul de décembre à février et de 10 à 20 jours pour le reste de l'année et les chutes de pluie sont prédominantes en octobre. A Kisangani, la quantité d'eau tombant par précipitation de 4 à 10 mm pour une période de 30 minutes ou moins représente 60% de la quantité d'eau tombant annuellement et celle de 4 à 30 mm pendant une période de 60 minutes ou moins, représente 94%.

Bien que la saison sèche soit étroitement en rapport avec le déplacement sud-nord du front tropical, elle est aussi affectée de manière importante par les orages ou les bourrasques causés par la forte convection d'aire locale. A cause de l'importance de la quantité d'eau tombant annuellement sur ce plateau, il n'y a jamais eu de manque absolu d'humidité dans le sol et en conséquence, le climat est caractérisé par un climat tropical de température et d'humidité élevés. Ainsi le terrain est couvert de forêts tropicales avec de grands arbres.

Pendant la saison humide, les chutes de pluie commencent d'habitude à minuit et se continuent jusqu'au petit matin, alors que pendant la saison sèche, la pluie commence souvent l'après-midi.

A cause de l'abondance des précipitations et de la variation de température pendant une journée, l'effet du volume de la rosée sur la précipitation ne devrait pas être ignoré. (Voir 1 A.3.1.2-(1) - (2) )

#### (4) Humidité et évaporation

L'humidité relative est élevée tout au cours de l'année et il y a beaucoup d'endroits dans lesquels, l'humidité relative mensuelle moyenne est supérieure à 80%. Ce phénomène peut être attribué non seulement à l'effet de la mousson de Guinée qui amène beaucoup d'humidité mais aussi à la quantité considérable d'évaporation des cours d'eau et des marécages et des vastes forêts situés dans cette région.

La moyenne mensuelle, le maximum et le minimum d'humidité à Kisangani sont de 82-88%, 100% et 30-40% respectivement. Alors que la moyenne mensuelle et l'humidité maximum à Isiro ne sont pas tellement différentes de Kisangani, cependant l'humidité minimum est de 17-24% pendant la saison sèche et de 35-40% pendant la saison humide.

L'évaporation mensuelle moyenne à Kisangani est de 65-85 mm et de 120 - 150 mm à Bondo en février-mars et est de 50 - 80 mm pour le reste de l'année.

#### (5) Intensité de précipitation probable

En ce qui concerne l'intensité de précipitation dans cette région, l'ouvrage "L'intensité des pluies au Congo et au Ruanda-Burundi de M. Berreux et J. Quoidbach a été utilisé comme référence.

En se référant à l'ouvrage ci-dessus, l'intensité probable des pluies pour une durée de 10, 30, 60 et 90 minutes en fréquente de 2,5 et 10 années a été déduite. Bien que le détail soit indiqué en annexe, l'intensité probable des chutes de pluie en années retournées de 10 est de 80 mm/heure.

#### (6) Topographie et Végétation

Pour la description, l'aire de projet est divisée en trois tronçons qui suivent selon leurs aspects hydrologiques.

#### Tronçon entre les rivières Tshopo et Aruwimi

La route de projet est tracée au bord du terrain légèrement ondulé avec une altitude de 395-470 m et avec beaucoup de petites ondulations. Dans les forêts, des arbres de 5-6 m poussent sous des arbres de 20-30 m et des buissons et de l'herbe poussent à profusion sous ces arbres. La couche d'humus sur le sol est remarquablement mince du fait de la circulation rapide du carbone organique.

La surface du sol sèche bien pendant la saison sèche, cependant, du fait qu'une région qui n'est par réduite a déjà été développée pour l'agriculture, il semble que d'un point de vue hydrologique, que le ruissellement pendant la saison humide se produise peu de temps après la chute de pluie.

#### Tronçon entre les rivières Aruwimi et Likati

La route est tracée sur un terrain relativement plat à une altitude de 400 à 470 m et un certain nombre de marais et de marécages se trouvent dans les forêts des deux côtés de la route. La route se dirigeant vers le nord, les couches de latérite sur le sol augmentent et la forêt dans cette région est la plus dense entre Kisangani et Bangassou, avec des arbres de 20 m de haut serrés entre des arbres de plus de 40 m sous lesquels des bambous de 5-10 m prolifèrent et le sol est couvert d'herbes. Des forêts de bambous sont souvent rencontrées le long de la route. Ces quatre types de végétation retardent l'évaporation pendant la saison sèche et la capacité de rétention d'eau de la végétation a un effet important pour retarder le ruissellement pendant la saison humide. Les marais et marécages dans la forêt ont beaucoup de mares d'eau même pendant la saison sèche et aident à régulariser le ruissellement comme source des rivières et des cours d'eau.

### Tronçon entre les rivières Likati et Bomu

Dans ce tronçon la route s'élève jusqu'à une altitude de 400-590m et spécialement dans la région au nord de Monga Beaucoup d'ondulations de nature montagneuse sont observées. La végétation consiste d'arbres clairesemés de 5-6 m et le bambou commence à disparaître. La végétation propre à la savanne commence à apparaître avec la forêt n'existant que près des rivières. La surface du sol est couverte de pampas et les cours d'eau sèchent pendant la saison sèche.

Des nombreux rivières et cours d'eau traversant la route de projet proposée, 17 rivières ont fait l'objet d'études hydrologique et hydraulique. Les résultats de ces études ont fait apparaître que ces rivières avec une surface considérable de bassins de retardement causent beaucoup d'évaporation dans les conditions de températures élevées prédominantes, et cette évaporation à son tour maintient le coefficient de ruissellement extrêmement bas.

Le milieu du bras principal du fleuve Zaïre se trouve dans l'hémisphère nord, et la partie amont dans l'hémisphère sud ce qui a pour effect d'inverser les saisons humides du nord de l'équateur de celles du sud de l'équateur. Ainsi, dans la partie d'aval, le ruissellement varie très peu d'une saison à l'autre au cours de l'année.

#### (7) Analyse des inondations

L'analyse des inondations a été effectuée en obtenant le volume d'inondation probable en des points spécifiques à partir des données annuelles de débit de crue maximum de nombreuses années passées en ces points. Puis, en se basant sur ces débits probables de crue, le niveau d'inondation probable des rivières sans données passées a été prévu. Ces procédés ont suivi les étapes suivantes.

### Etape 1

Le déversement d'inondation a été évalué à partir des niveaux d'inondation annuelle maximum à Banalia (rivière Aruwimi), à Buta (rivière Rubi) et à Bondo (rivière Uélé) qui étaient disponibles au Bureau des navigables à Kinshasa.

Les données concernant le niveau d'inondation maximum du rivièrè Oubangui et de ses affluents ont été obtenues au Bureau de la Recherche Scientifique et Technique Outre-mer de la République Centrafricaine.

En même temps, la précipitation moyenne<sup>1/</sup> (voir planche A.3.1.2) pendant la saison des inondations (avril-novembre) de ces parties de rivièrè a été évaluée et de celle-ci, le ruissellement de chaque bassin de rivièrè de 100 km<sup>2</sup> pour 100 mm de précipitation a été obtenu et un diagramme de déversement spécifique pendant la saison des inondation a été tracé (voir planche A.3.1.3).

### Etape 2

Le déversement d'inondation probable a été obtenu en appliquant la méthode de Gumbel aux données de déversement d'inondation maximum annuel du rivièrè Aruwimi (Banalia), de rivièrè Rubi (Buta), de rivièrè Uélé (Bondo) et de rivièrè Oubangui. Les résultats sont indiqués sur le planche A.3.1.4.

### Etape 3

De la région des parties de chaque rivièrè, la précipitation annuelle moyenne des régions respectives et le déversement d'inondation probable ont été obtenus par l'étape 2 ci-dessus desquels, le déversement probable d'inondation des rivièrè respectifs a été déduit.

Le niveau d'inondation des dernières années à Banalia (comme

---

Source: 1/ Bulletin Agricole du Congo Belge Volume 34, Septembre-Décembre, 1943.

indiqué par un prêtre belge ayant vécu sur les lieux pendant les 27 dernières années) dépasse de beaucoup le niveau d'inondation probable pour 500 ans (voir planche A.3.1.5 sous le titre de rivière Aruwimi). Ceci semble imputable à l'application à la formule de Manning à une rivière comme l'Aruwimi qui est très peu profond.

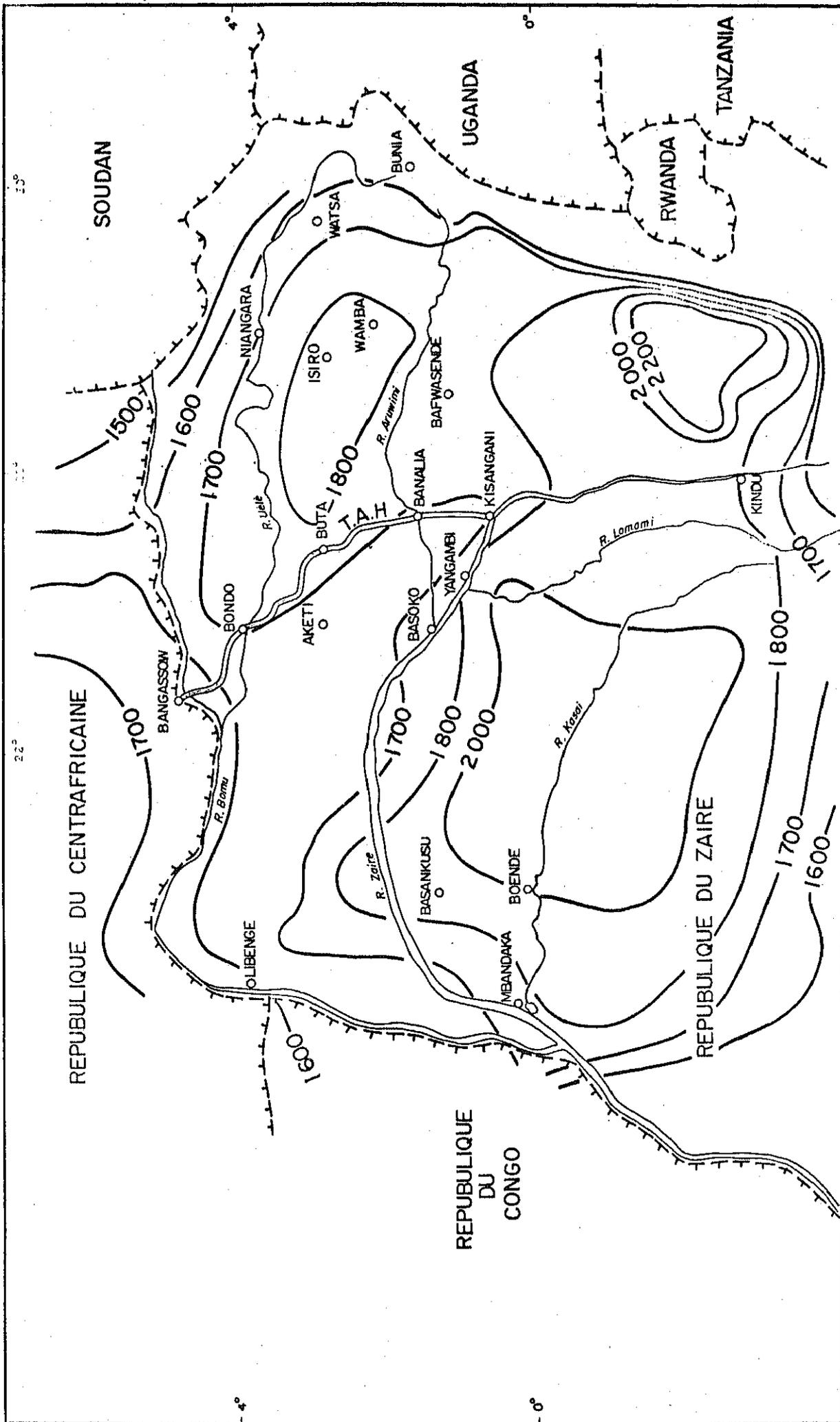
Ceci signifie qu'après une crue de rivière une vallée est formée par la gégradation de la plaine inondée, et il semble que la vitesse moyenne du courant devienne très réduite, et ainsi le taux de montée des eaux est diminué. Cependant en jugeant à partir du cours de rivière Aruwimi, de rivière et de la topographie environnante, le niveau des eaux n'est pas sensé monter plus haut que ce niveau.

Les rivières Zambeke, Kole et Tele sont écartées les uns des autres de 30-40 km et ont une géologie, topographie, végétation et des conditions climatiques semblables, et le niveau d'inondation maximum des années précédentes pour chaque rivière a coïncidé avec le niveau probable d'inondation pour 20-10 ans.

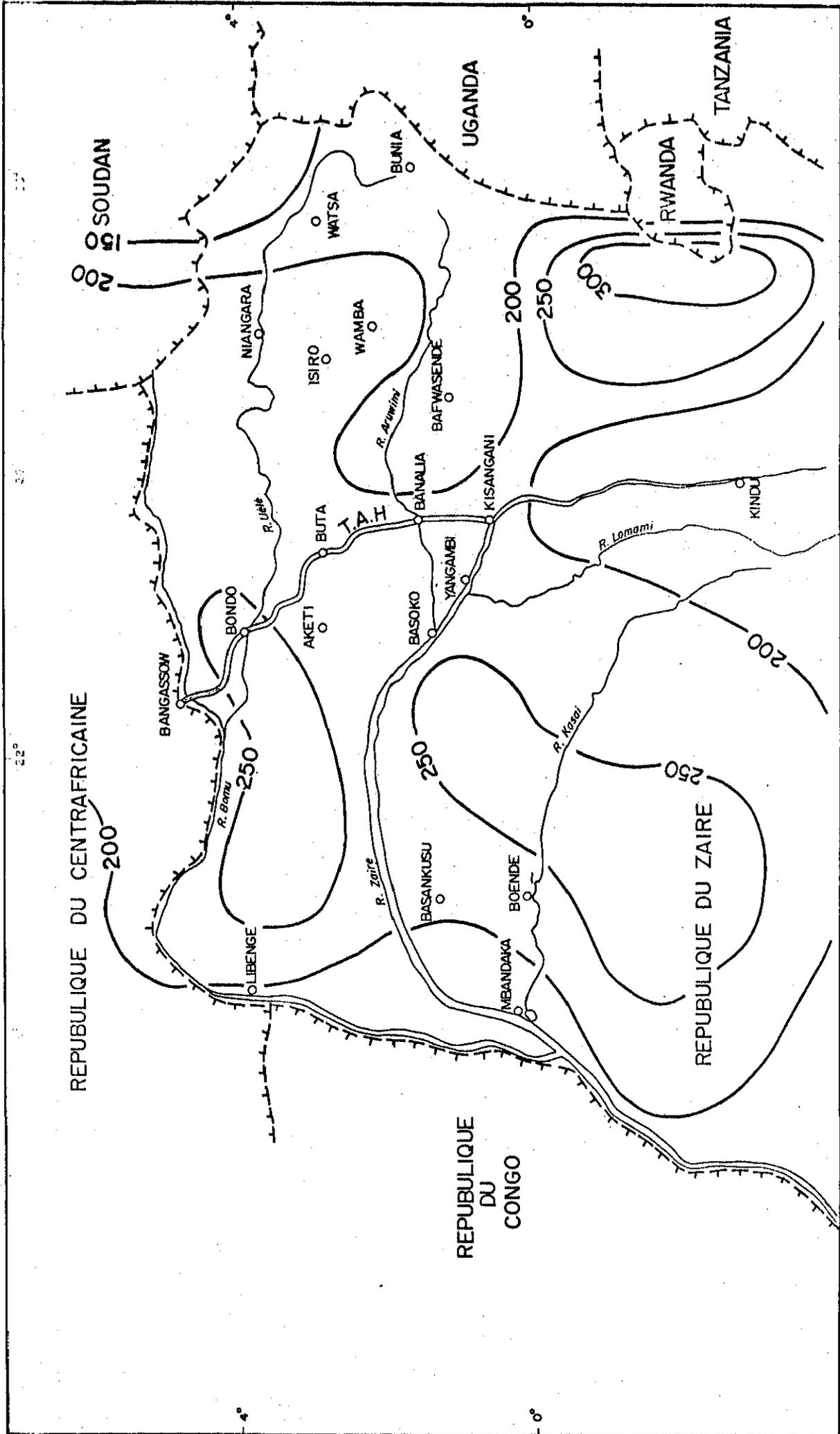
D'autre part, bien que la rivière Yeme soit dans des conditions semblables aux trois rivières ci-dessus, du fait de la surface spécialement réduite de son bassin (181 km<sup>2</sup>), le niveau d'inondation maximum dans le passé semble avoir coïncidé avec le niveau probable pour 50 ans.

En ce qui concerne les rivières Makala, Longa, Koteli et Bilo, qui s'écoulent tous sur des terres basses, l'effet de la location de leurs bassins sur le niveau d'inondation maximum n'est pas entièrement évidant, comme indiqué sur le planch A.3.1.6 donné en annexe.

La décharge d'inondation probable, le niveau des eaux d'inondation probable, le niveau des eaux d'inondation maximum du passé et l'élévation de la partie inférieure des poutres des ponts des rivières complets sont indiqués in annexe (planches A.3.1.5 (1)-(3) ).

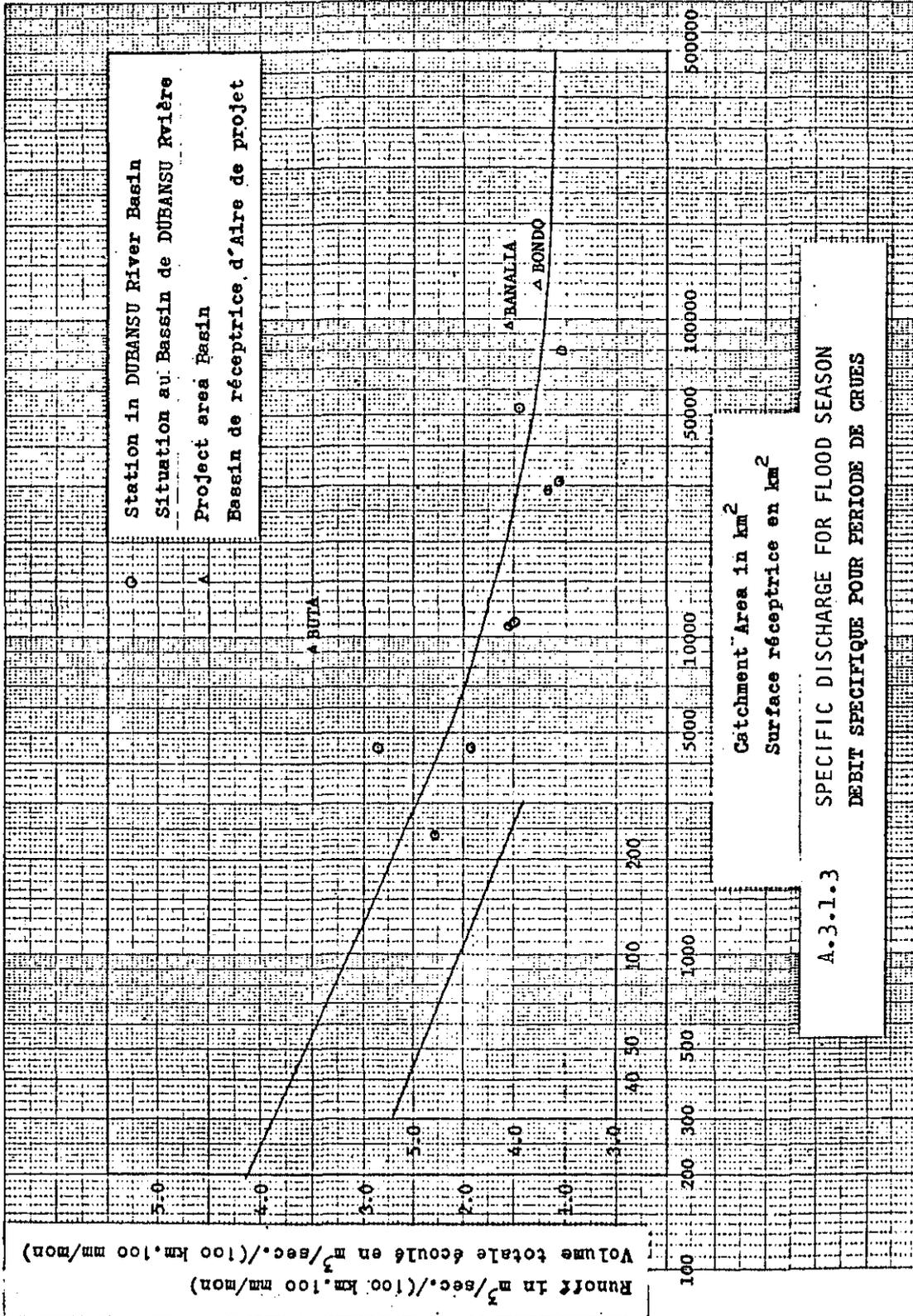


Isohyet (Annual)  
Isohyètes (Annuel)

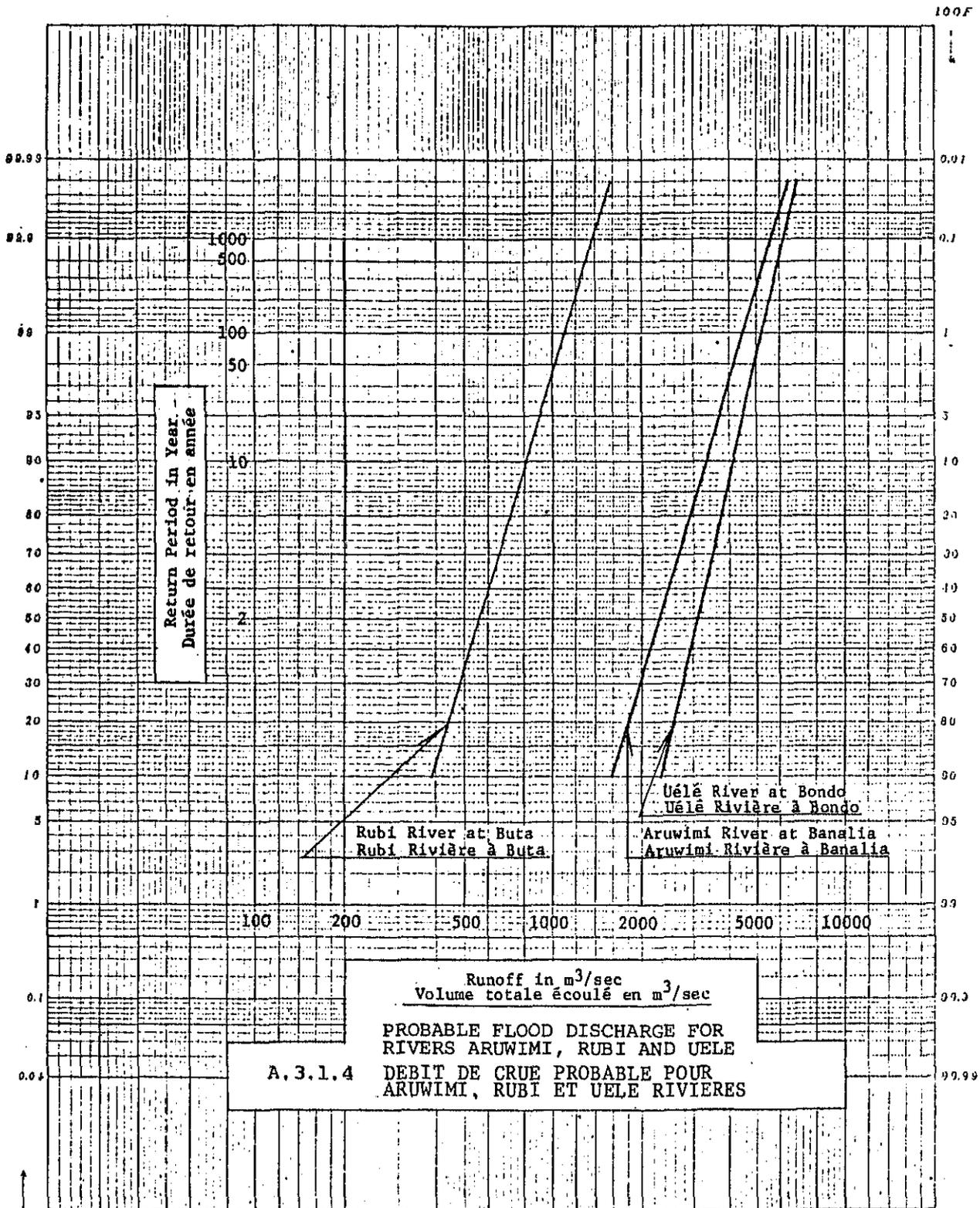


A.3.1.2-(2) Isohyet (October)  
 Isohyètes (Octobre)

A.3.1.3



A.3.1.4



100F →  $\log x$

$$100F \equiv 100 \times \int_{-\infty}^{\log x} u dx \quad , \quad 100F \equiv 100 \times \int_{\log}^{+\infty} u dx \quad u \equiv \frac{1}{12\pi} e^{(\log x)^2/2}, \quad x > 0$$

17



(Tableau A.3.1.5 continuée)

Rivière: Tèle  
Pont: Tèle  
Surface réceptrice: 3,650 km<sup>2</sup>  
Distance de Kisangani: 235.85 km

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
2	278	435.14			432.0	8 Feb	185 mm/Mois	Roche	0.026 - 0.04	El.432 : 1/3,000 El.437 : 1/1,500
5	349	435.60		435.9						
10	397	435.95								
20	443	436.30								
50	502	436.60								
80	532	436.70	436.70							
100	540	436.90								
200	591	437.05								
500	649	437.25								

Rivière: Makala  
Pont: Makala  
Surface réceptrice: 86 km<sup>2</sup>  
Distance de Kisangani: 327.5 km

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
2	15	392.35			389.9	3 Feb	185 mm/Mois	Sol	0.03 - 0.035	El.390.0 : 1/6,000 El.393.0 : 1/2,000
5	19	392.55								
10	22	392.70								
20	24	392.80								
50	28	392.85								
80	29	392.90								
100	30	393.00	393.00							
200	33	393.05								
500	35	393.20								

Rivière: Kotili  
Pont: Kotili  
Surface réceptrice: 680 km<sup>2</sup>  
Distance de Kisangani: 352.05 km

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
2	84.5	385.90			381.60	4 Feb	185 mm/Mois	Sol	El.381.0 : 1/10,000 El.387.0 : 1/3,000	
5	108.0	386.50							El.381.0 : 0.03 El.387.0 : 0.035	
10	120.0	386.70								
20	134.0	387.00								
50	152.0	387.30								
80	165.0	387.50								
100	172.0	387.70	387.60	387.6						
200	184.0	387.90								
500	199.0	388.10								

Rivière: Longa  
Pont: Longa  
Surface réceptrice: 680 km<sup>2</sup>  
Distance de Kisangani: 332.3 km

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
2	84.5	396.90			393.50	3 Feb	185 mm/Mois	Sol	0.03 - 0.035	El.393.5 : 1/5,000 El.398.0 : 1/2,500
5	108.0	397.30								
10	120.0	397.50								
20	134.0	397.70								
50	152.0	397.90		398.00						
80	165.0	398.10								
100	172.0	398.20	398.20							
200	184.0	398.30								
500	199.0	398.50								

Rivière: Bilo  
Pont: Bilo  
Surface réceptrice: 480 km<sup>2</sup>  
Distance de Kisangani: 390.5 km

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
2	50	393.60			389.8	4	182 mm/Mois	Sol	0.03 - 0.04	El.390.0 : 1/10,000 El.394.0 : 1/3,000
5	63	393.80								
10	72	394.00								
20	81	394.10	394.30	394.40						
50	93	394.40								
80	98	394.50								
100	102	394.60								
200	110	394.70								
500	120	394.90								

Rivière: Yeme  
Pont: Yeme  
Surface réceptrice: 181 km<sup>2</sup>  
Distance de Kisangani: 309.1 km

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
2	34	399.45			397.25	8	185 mm/Mois	Sol	0.03 - 0.04	El.397.0 : 1/6,000 El.401.0 : 1/2,000
5	43	399.75								
10	48	399.90								
20	54	400.05								
50	62	400.30		400.30						
80	65	400.40								
100	67	400.45								
200	72	400.55								
500	79	400.72	401.50							



A.3.1.6

Basin Area and Flood Discharge of Makala, Longa, Koteli and Bili Rivers

A.3.1.6

Bassin superficiel et débit de crue de la rivière Makala, Longa, Koteli et Bili

River Name Nom de rivières	Basin Area Bassin superficiel (km <sup>2</sup> )	Flood Water Level Niveau à l'eau (m)	Flood Discharge Débit de crue (m <sup>3</sup> /sec)	Return Period Durée de retour (years années)
Makala	86	393.0	30	100
Longa	680	398.0	152	50
Koteli	680	387.6	172	100
Bili	480	394.4	93	50

Note: Flood water levels are indicated in altitude above sea level.

Niveaux à l'eau ont indiqué dans l'altitude au dessus de niveau usagé

A.3.2.1 Etude Géologique

(1) Généralités

Le sondage mécanique n'a pas été effectué sur la route de projet, mais les données géologiques obtenues à l'avance et les observations de la surface du sol ont été les articles principaux de l'étude géologique.

La géologie autour de la route de projet consiste en (i) du schiste, de la quartzite, du grès et du conglomérat qui sont distribués comme couche de surface recouvrant (ii) la roche de base d'un composé de roche paléozoïque verte, de roche acide et de roche ignée basique. Ces roches peuvent être divisées en une couche supérieure consistant principalement de grès et de quartzite et une couche inférieure consistant principalement d'un alternement de grès et de quartzite et de schiste combiné avec un conglomérat lentiforme.

La ligne de roche de base (ligne de séparation entre la roche de base et la couche la recouvrant) connecte Likati avec un point environ 35 km à l'est de Buta et la roche de base est classée principalement en granite et gneiss.

La route de projet se trouve située au long de la direction des couches inférieures entre Kisangani et Likati et les affleurements de la roche de base sont observés au nord de Likati.

Une telle différence de formation rocheuse entre les zones nord et sud de Likati a un effet considérable sur les sols de surface.

(2) Géologie par tronçon

Kisangani - Banalia

La géologie dans ce tronçon comprend du grès bleu pale de grains

moyens et gros et du schiste micacé brun rouge ayant tous les deux une texture claire. Sur cette partie, le grès et le schiste sableux sont trouvés dans les lits des rivières Tshopo, Longola et Aruwimi, alors que du schiste micacé est trouvé dans le lit de rivière Lindi. La direction et l'inclinaison des couches inférieures sont respectivement de N 80° E et 25° S dans le voisinage de rivière Tshopo, et de N 20° O et 15° E dans le voisinage de rivière Lindi, cependant l'inclinaison est presque à niveau de palier au nord de rivière Lindi. (Voir le Photo. 16)

#### Banaliala - Buta

Des affleurements de roche sont rarement observés sur le sol dans ce palier, cependant, du schiste sableux est trouvé à 1.6-1.8 m sous la surface du sol dans le voisinage de PK 315 vers la rive de rivière Rubi et les affleurements de schiste sableux au long du lit de rivière Rubi sont presque horizontaux. Une couche de latérite se développe sur la surface du sol au long de la route.

Au long de la route No. 445, une roche de base telle que du granite et du gneiss apparaît sur la surface du sol au point à 35 km à l'est de Buta.

#### Buta - Dulia

Du schiste rougeâtre apparaissant comme du schiste argileux de métamorphose insuffisante est distribué dans le voisinage de PK 3, PK 8 et PK 22 - PK 23, mais des affleurements sont rarement observés.

#### Dulia - Likati

La géologie est semblable à celle du tronçon Buta - Dulia, et des affleurements de schiste rougeâtre sont observés dans le voisinage de PK 23 et PK 40.

#### Likati - Bondo

La plus grande partie de ce palier se trouve sur la roche de base, où le granite et le gneiss sont distribués. La surface d'une partie de ce granite et de ce grès a été altérée en latérite, dont une partie a été extraite pour utilisation comme matériau d'entretien de la route. Sur la surface de la route de tronçon entre PK 78 et PK 93 au nord de Likati, il y a des étendues de matériaux sableux qui ont été formés avec du sable développé du granite altéré. Dans le voisinage de Bondo, de nombreux affleurements de granite sont observés sur les deux rives et dans le lit de rivière Uélé.

#### Bondo - Monga

Il y a beaucoup d'affleurements de gneiss granitique dans les tronçons entre PK 152 et PK 165 et entre PK 191 et PK 235, d'où il semble que la couche de sol de surface n'est pas épaisse. Les sols latéritiques sont largement distribués au long de la route et la quartzite et l'amphibolite avec une direction N 50° E et une inclinaison de 55° N sont trouvés à la jonction des rivières Gungu et Bili au nord de Bondo.

#### Monga - Bangassou

La géologie de ce palier comprend du gneiss granitique, mais dans le voisinage de Monga et dans le lit de rivière Bili et quand la route approche de Ndu par PK 295 - PK 300 et PK 307, du gneiss contenant beaucoup de biotite et de hornblende commencent à être distribués. (Voir le planche A.3.2.2)

**GEOLOGIC ROUTE MAP**  
**CARTE GEOLOGIQUE DE LA ROUTE**

SCALE  
 ECHELLE 1/1,000,000

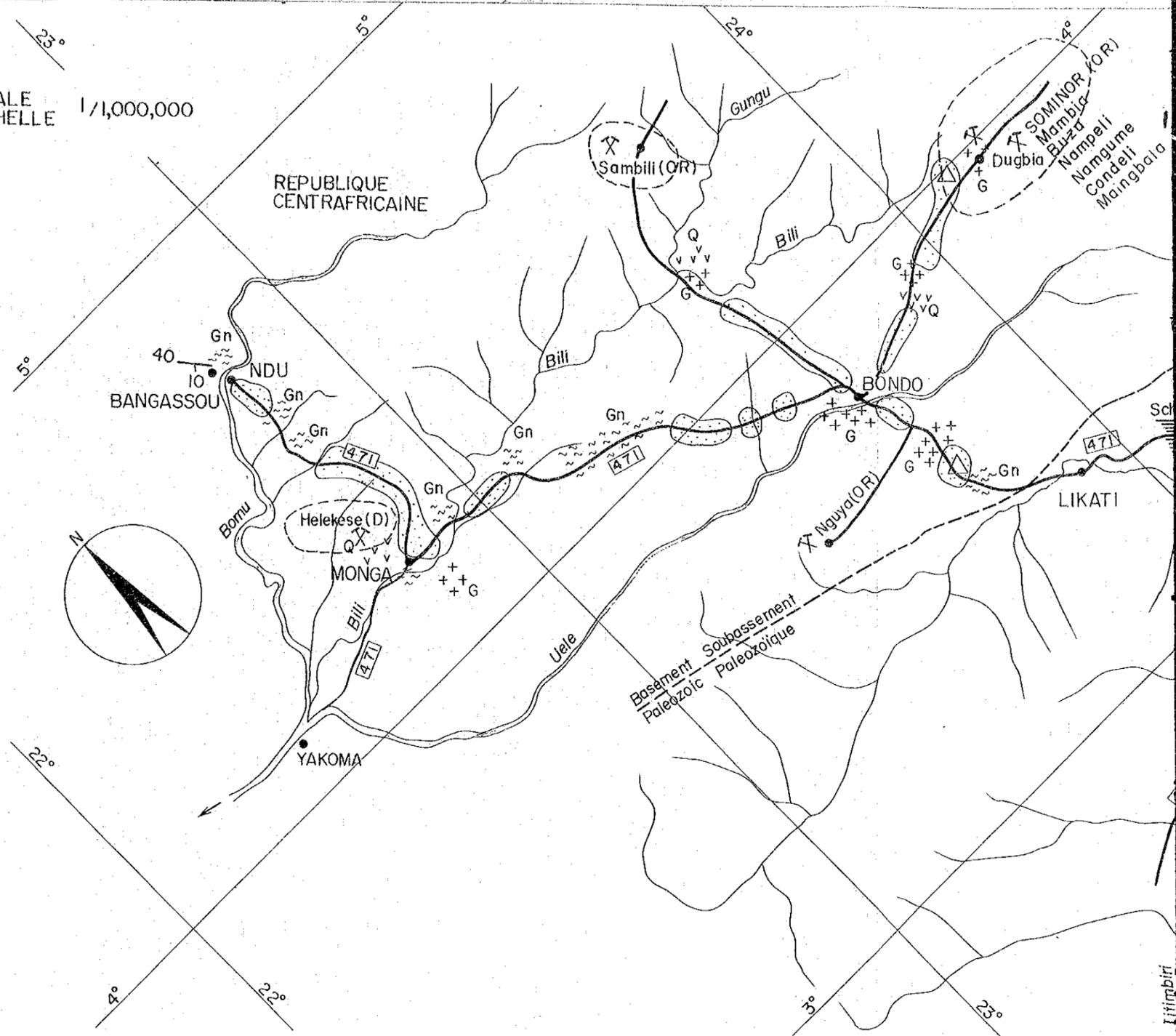
**LEGEND**

- Gravel Borrow Pit
- Laterite Borrow Pit
- Laterite
- Old Mine Area { OR (Gold)  
Fer (Iron)  
D (Diamand)

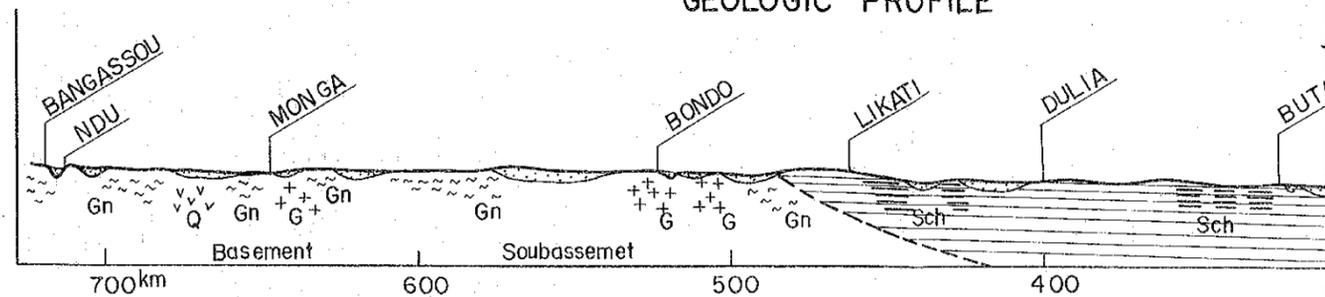
**LEGENDE**

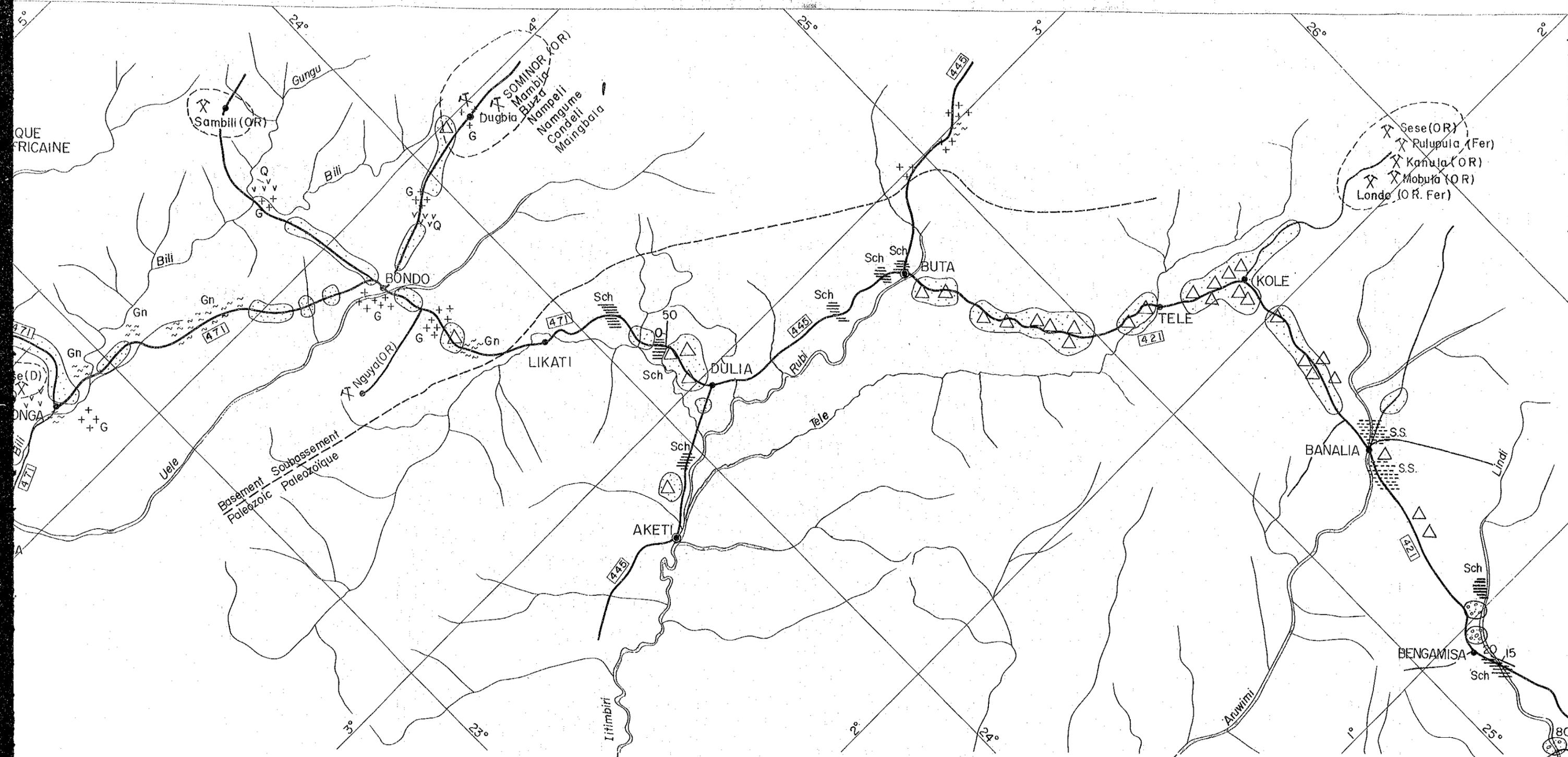
- Fouille d'Emprunt des Gravier
- Fouille d'Emprunt des Latérite
- Latérite
- Aire en Mine Ancienne { OR  
Fer  
D (Diamant)

Paleozoic Paleozoïque		Sand stone Grès
		Schist Schiste
Basement Soubasement		Granite Granitaire
		Quartzite
		Gneiss



**GEOLOGIC PROFILE**

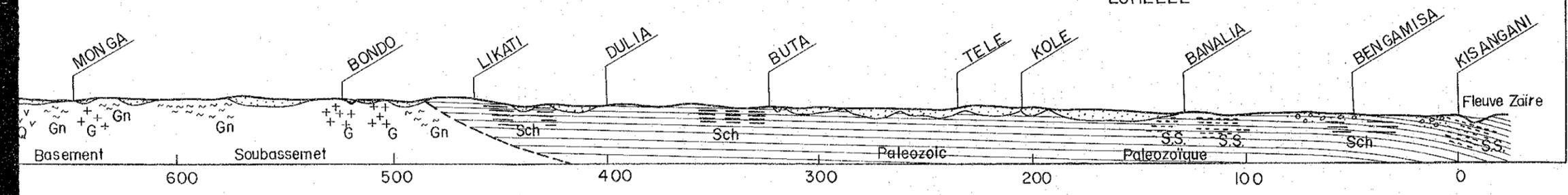


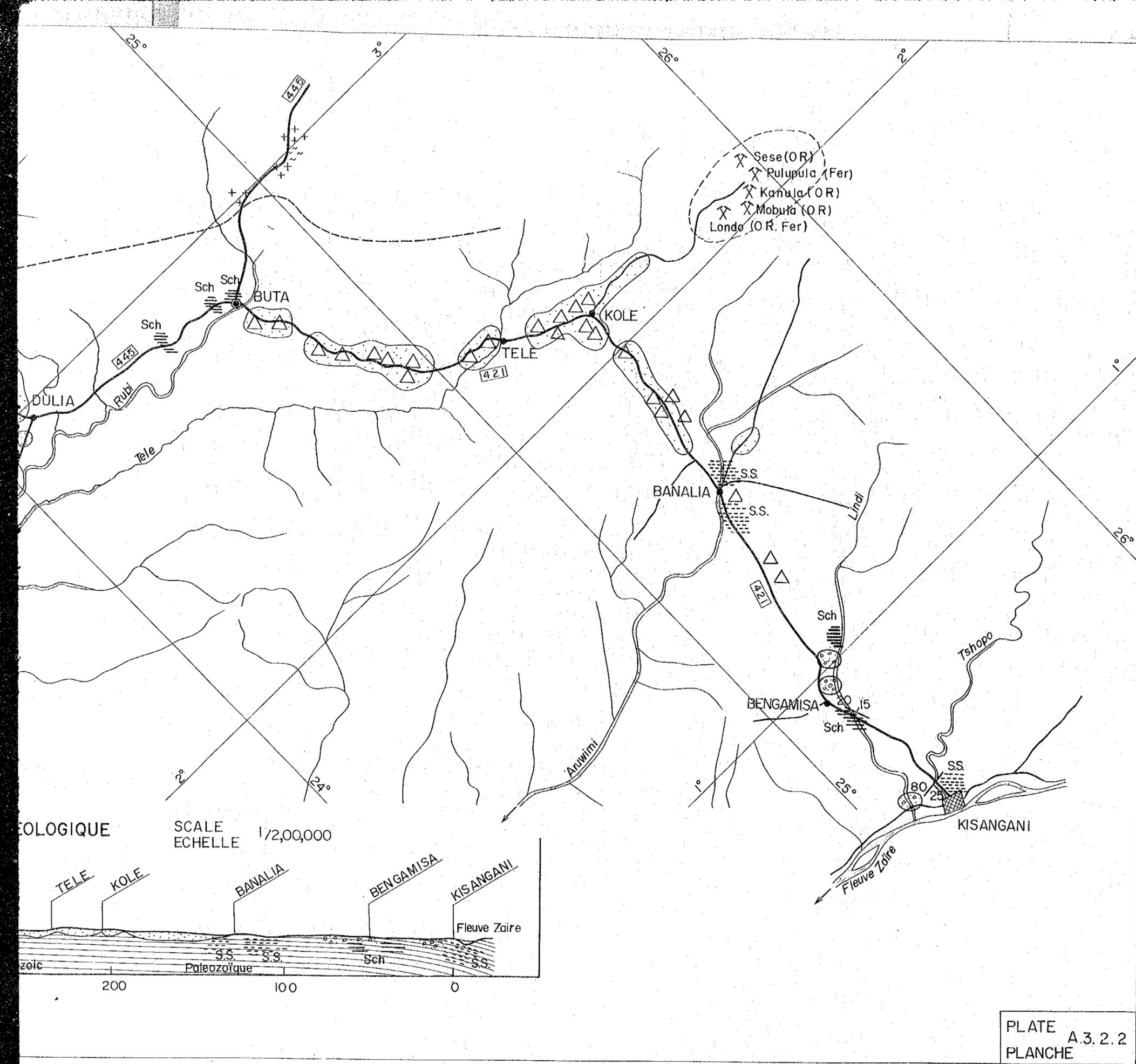


GEOLOGIC PROFILE

COUPE GEOLOGIQUE

SCALE  
ECHELLE 1/2,00,000







### A.3.3.1

#### A.3.3.1 Etude des sols et résultats des essais en laboratoire

##### (1) Générales

L'étude des sols consiste en une étude de distribution des sols sur le parcours de la route de projet proposée, et les essais suivants qui sont nécessaires pour obtenir les constantes fondamentales du sol pour le choix de type du dallage.

. Sondage par tarière	44 endroits
. Fosse d'excavation	10 endroits
. Essai CBR sur place	5 endroits
. Essai CBR en laboratoire	20 échantillons
. Essai de traitement de stabilité du sol	3 échantillons
. Poids spécifique du sol, classement du sol, essais L.L et P.L	40 échantillons

Considérant la longueur de la route et le temps disponible pour l'étude, le sondage par tarière a été effectué à intervalles de 15 km. Dans le cas où le sondage atteint des eaux souterraines ou rencontre des couches dures qui rendent le sondage impossible, une excavation en fosse a été effectuée pour vérifier les caractéristiques des sols. La profondeur des sondages par tarière a été limitée à 3 m quand il n'y avait pas d'obstruction. (Voir le Photo. 15)

Les essais CBR sur place ont été effectués en utilisant le poids du véhicule Toyota Landcruiser comme poids de réaction. Du fait qu'il n'était pas prévu de problèmes de conception pour des matériaux durs avec un pouvoir portant élevé tels que la latérite, les essais CBR sur place ont été principalement effectués pour les sols limoneux. Les données des essais sur latérite effectués par le laboratoire national indiquent des valeurs de CBR supérieures à 70%.

Les essais de traitement de stabilité du sol avec ciment, ont été effectués pour obtenir les données fondamentales nécessaires pour l'étude de la structure et de l'épaisseur du dallage, du fait que la stabilisation du sol avec du ciment est souvent utilisée pour la partie supérieure de la base du dallage dans ce pays.

Comme il a été considéré que les sols limoneux présentent des problèmes en ce qui concerne le pouvoir portant du sol, deux échantillons prélevés sur trois étaient des sols limoneux et l'autre échantillon, des sols graveleux. L'essai de traitement de stabilité au ciment et les essais physiques des échantillons de sol prélevés ont été effectués par le Laboratoire National de Kinshasa.

Ces études de sol ayant été effectuées pour le projet au stade des études préliminaires, les essais étaient de nature très approximative et pour cette raison, des essais plus précis doivent être effectués pour le stade de la conception.

Ceci est particulièrement vrai pour les endroits où des structures doivent être construites.

## (2) Distribution du sol

Les sols étudiés au long de la route de projet entre Kisangani et Bangassou sont classifiés suivant les types de sols ci-dessous, ce classement indiquant la structure géologique et les caractéristiques géologiques.

- . Latérite
- . Sols limoneux, sable fin
- . Sols graveleux

La distribution de ces sols est indiquée sur les plans (à l'échelle de

1/50.000 ème) en annexe (B.1.1 - B.1.19), qui indiquent l'emplacement des sondages, le profil et la nature du sol.

Généralement, quand la route va vers le nord, la latérite devient prédominante. Spécialement dans les tronçons entre Kisangani et Banalia et entre Buta et Dulia, la route est généralement couverte de sols limoneux.

Les aspects de la distribution du sol dans chaque tronçon de la route est donnée à la suite.

. Rivière Tshopo - Banalia (PK 3.6 - PK 129)

La route dans ce tronçon est couverte de sols de nature limoneuse, de sable fin et d'argile. Cependant, suivant les endroits, du grès, de la limonite et du gravier sableux ou de la latérite apparaissent à une profondeur de 0,5 m à 2,0 m sous la couche de surface. Dans tous les cas, ce tronçon de la route un remblai composé principalement de matériaux fins à faible stabilité. Pendant l'étude, une zone de grès altéré a été trouvée à 2 m sous la surface à PK 8 et du gravier sableux de quartz à 1,6 m sous la surface de la route à PK 45. Le niveau d'eau souterraine, là où la table d'eau est peu profonde a été trouvé à 1,5 m sous le niveau du sol pendant la saison humide. (Voir B.1.1 - B.1.4)

. Banalia - Buta (PK 129 - PK 324)

En général, les sols limoneux et la latérite sont également distribués sur la surface de la route dans ce tronçon. Dans les endroits où des sols de grain fin sont observés sur la surface, une transition de la latérite ou du grès altéré se trouve souvent sous la surface du sols. Bien que cela dépende de la topographie, la partie de la route composée de sols à grain fin se transforme en mares boueuses pendant la saison humide. Ceci est spécialement vrai dans le tronçon entre PK 225 et PK 260.

Du grès a été trouvé sous une couche d'argile sableuse de 1.6 m d'épaisseur à PK 315 et sous une couche d'argile sableuse de 1.8 m d'épaisseur à PK 321. Bien que ces grès soient altérés et friables, cette roche semble être fraîche en profondeur. En jugeant à partir de ces études de sol en ces deux points et des affleurements de grès dans le lit de rivière Rubi, il est très probable que le grès soit largement distribué sous la surface du sol dans le voisinage de Buta (Voir B.1.4 - B.1.9)

. Buta - Dulia (PK 0,0 - PK 75,5)

La surface de la route dans ce tronçon est couverte de sols limoneux, de sable fin ou de limon mélangé avec du gravier et il n'a pas été trouvé de latérite. L'épaisseur de ces couches est généralement de plus de 3 m (Voir B.1.9 - B.1.11)

. Dulia - Likati (PK 0,0 - PK 65,5)

Des sols limoneux couvrent la surface de la route entre Dulia et PK 6. Dans le tronçon entre PK 6 et PK 12, la surface de la route est couverte de latérite. Trois chambres d'emprunt existent dans le tronçon qui est composée de latérite et la profondeur d'emprunt possible de matériaux est de 2 m. De la latérite et des sols limoneux apparaissent alternativement sur la surface de la route entre PK 12 et Likati, et l'épaisseur des sols limoneux est généralement inférieure à 2 m et la transition à la latérite est souvent observée sous la couche de sol limoneux. Dans le voisinage de rivière Likati, des dépôts de sol sableux sont observés.

Comme indiqué sur le plan, des affleurements de limonite apparaissent même sur la surface de la route existante, et bien qu'en certains endroits la surface de la route parait bonne, les routes sur lesquelles des sols limoneux se trouvent deviennent facilement boueuses pendant le passage des véhicules impossible à l'exception des véhicules tout-terrain.

Des conditions boueuses se remarquent spécialement dans le tronçon entre PK 25 et PK 45 (Voir B.1.11 - B.1.12)

. Likati - Bondo (PK 65,5 - PK 125,0)

La surface de la route est principalement composée de latérite de PK 65 à PK 70 et de sols limoneux de PK 70 vers le nord au voisinage de PK 87. Il y a de nombreux endroits boueux entre PK 70 et PK 80 et sans véhicules tout-terrain, le passage est impossible. (Voir Vol. 2, Photo 2) Des sols sableux sont souvent observés entre PK 87 et PK 104 et spécialement dans le voisinage de PK 90, il y a du petit gravier, qui est acceptable comme assise de base et plateforme des terrassements.

La route s'approchant de rivière Uélé aux abords de Bondo, des affleurements de granite sont souvent observés. Sur les deux rives de rivière Uélé d'épaisses couches de sols limoneux sont distribuées. (Voir B.1.12-B.1.14)

. Bondo - Monga (PK 125,0 - PK 250,0)

En général, la latérite est prédominante dans ce tronçon de la route. Des sols limoneux sont distribués dans le tronçon entre PK 132 et PK 139 et entre PK 166 et PK 175. Dans les endroits où de la latérite est observée, des effleurements de limonite sont souvent observés sur la surface de la route existante. (Voir B.1.14 - B.1.17)

. Monga - Ndu (PK 250,0 - PK 322,4)

La latérite est de nouveau prédominante dans ce tronçon. Bien que la route soit couverte de sols limoneux, en divers endroits, la surface de la route est maintenue en bon état du fait de la prédominance de latérite. (Voir B.1.17 - B.1.19)

### (3) Nature du sol

Les échantillons de sol prélevés par sondage par tarière ou excavation par point ont été soumis aux essais de sol suivants au Laboratoire National.

- . Traitement de stabilité du sol en utilisant du ciment.
- . Essai de classement du sol, analyse au crible, limites d'Atterberg, poids spécifique des grains du sol.
- . Essai de compactage et essai CBR.

Les résultats des essais précédents sont indiqués en annexe (A.3.3.2 - A.3.3.3). Les caractéristiques suivantes concernant la nature du sol ont été déduites des résultats des essais.

- . Les échantillons considérés comme étant des sols limoneux représentent une grande partie des échantillons, ils correspondent à A-6 et A-7-6 suivant le classement AASHO et à SC suivant le classement Casagrande. Ces catégories représentent du sable argileux ou un mélange de sable et d'argile avec une granulométrie irrégulière, qui généralement peuvent ou ne peuvent pas être utilisés comme assise suivant la distribution du grain.
- . Des résultats de l'essai de compactage des sols limoneux, la teneur en eau optimum de 13-16% et la densité sèche maximum de 1,85-1,87 t/m<sup>3</sup> ont été obtenues.
- . Les sols latéritiques à gros grain ou gravier sableux sont groupés dans les catégories A-2-7 et A-2-6 suivant le classement AASHO, et sont généralement considérés comme bons matériaux d'assise et l'essai CBR en laboratoire a donné un résultat supérieur à 80%. Les essais de compactage ont révélé une teneur en eau optimum de 8,3% et une densité sèche maximum de 2,10 t/m<sup>3</sup>.

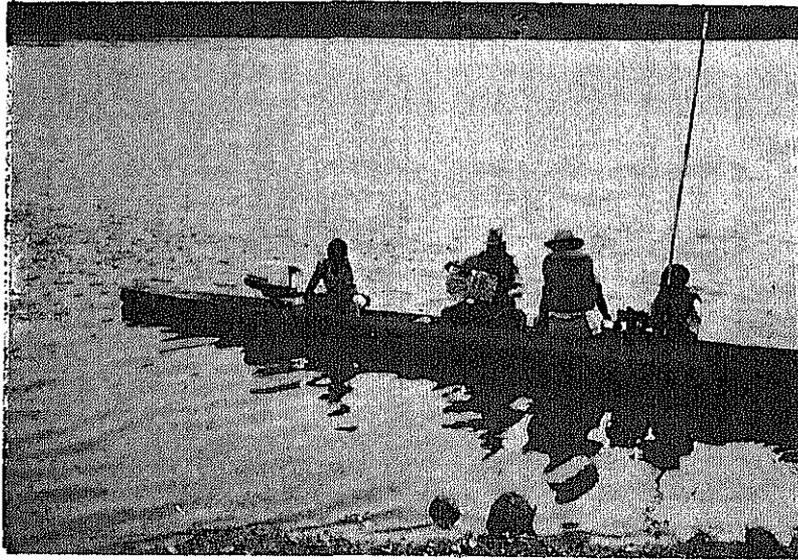


PHOTO 14 Etude à la Rivière Bomu



PHOTO 15 Sondage en carrière à PK 45  
(Entre Buta et Dulia)



PHOTO 16 Affleurement de roche dans la Rivière Lindi  
(Entre Kisangani et Banalia)



PHOTO 17 Dépôt en Limonite à PK 295  
(Entre Monga et Ndu)

## A.3.3.2

A.3.3.2 Data List of Soil Tests (1)  
Liste des données d'essai des sols (1)

Location Emplacement	Grading <u>Granulométrie</u>			Atterberg's Limits <u>Limites d'Atterberg</u>			Specific Gravity <u>Poids spécifique</u>	Classification <u>Classification</u>	
	Gravel Gravier (%)	Sand Sable (%)	Silt Sol siltéur (%)	L.L. (%)	P.L. (%)	I.P. (%)	G <sub>s</sub>	AASHTO	Casagrande
Kisangani									
+ 15 km	3	62	(35)	30	15	15	2.63	A-6	SC
+ 30	15	60	(25)	34	17	17	2.62	A-2-6	SC
+ 45	2	78	(20)	24	14	10	2.61	A-2-4	SC
+ 60	2	63	(35)	37	16	21	2.64	A-6	SC
+ 75	6	44	(50)	37	17	20	2.64	A-6	CL
+ 90	0	65	(35)	27	18	9	2.60	A-4	SC
+ 105	3	62	(35)	31	15	16	2.64	A-6	SC
+ 120	2	63	(35)	34	20	16	2.63	A-6	SC
+ 136	2	68	(30)	42	23	19	2.64	A-2-7	SC
+ 150	1	59	(40)	43	22	21	2.62	A-7-6	SC
+ 165	0	65	(35)	27	13	14	2.65	A-6	SC
+ 180	28	32	(40)	44	24	20	2.82	A-7-6	SC
+ 272	80	6	(14)	54	25	29	3.15	A-2-7	GC
+ 285	70	10	(20)	70	38	32	3.31	A-2-7	SC
+ 300	2	18	(80)	41	18	23	2.64	A-7-6	CL
+ 315	13	42	(45)	32	11	21	2.68	A-6	SC
+ 321	34	36	(30)	43	21	22	2.83	A-2-7	SC
Buta									
+ 15	0	80	(20)	33	17	16	2.61	A-2-6	SC
+ 34	1	64	(35)	39	21	18	2.61	A-6	SC
+ 45	1	74	(25)	28	15	13	2.61	A-2-6	SC
+ 60	1	76	(23)	35	17	18	2.61	A-2-6	SC

Note: L.L: Liquid Limit / Limite de liquidité

P.L: Plastic Limit / Limite de plasticité

I.P: Plasticity Index / Indice de plasticité

A.3.3.2 Data List of Soils Tests (2)  
Liste des données d'essai des sols (2)

Location Emplacement	Grading Granulométrie			Atterberg's Limits			Specific Gravity	Classification	
	Gravel Gravier	Sand Sable	Silt Soil siltéur	Limites d'Atterberg			Poids spécifique	AASHO	Casagrande
	(%)	(%)	(%)	L.L. (%)	P.L. (%)	I.P. (%)	G <sub>s</sub>		
Buta									
+ 75 km	0	90	(10)	24	13	11	2.62	A-2-6	SM
Dulia									
+ 30	0	60	(40)	36	17	19	2.64	A-6	SC
+ 45	0	75	(25)	28	11	17	2.61	A-2-6	SC
+ 63	32	41	(27)	29	13	16	2.73	A-2-6	SC
+ 89	67	29	(4)	23	11	12	2.63	A-2-6	SW
+ 105	65	21	(14)	47	20	27	2.92	A-2-7	SC
+ 120	1	39	(60)	45	24	21	2.63	A-7-6	CL
+ 135	24	41	(35)	46	24	22	2.66	A-7-6	SC
+ 150	65	20	(15)	33	13	20	2.84	A-2-6	SC
+ 165	70	15	(15)	32	17	15	3.08	A-2-6	GC
+ 180	32	30	(38)	41	17	24	2.77	A-7-6	SC
+ 195	31	34	(35)	38	18	20	2.85	A-6	SC
+ 210	40	45	(15)	25	10	15	2.77	A-2-6	SC
+ 224	25	33	(42)	41	18	23	2.77	A-7-6	SC
+ 238	20	48	(32)	35	20	15	2.73	A-2-6	SC
+ 253	22	44	(34)	45	25	20	2.71	A-7-6	SC
+ 266	90	5	(5)	36	17	19	3.27	A-2-6	GW
+ 285	2	33	(65)	43	19	24	2.79	A-7-6	CL
+ 301	14	31	(55)	51	32	19	2.84	A-7-5	CH
+ 318	36	28	(36)	51	26	25	2.85	A-7-6	SC

Data Lists of Soils Tests

(C.B.R. Tests & Stabilization Tests with Cement)

A.3.3.3

Listes des données d'essai des sols

(C.B.R. & Essais de stabilisation au ciment)

Stabilization with Cement (unconfined compression strength)  
Stabilisation au ciment (Résistance à la compression simple)

Location Emplacement	C. B. R.		Cement 2% Ciment		Cement 4% Ciment		Cement 6% Ciment		A.3.3.3					
	Yd max (t/m <sup>3</sup> )	Wopt - max (%)	qu(kg/cm <sup>2</sup> ) 7 3-4	Es(kg/cm <sup>2</sup> ) 7 3-4	qu(kg/cm <sup>2</sup> ) 7 3-4	Es(kg/cm <sup>2</sup> ) 7 3-4	qu(kg/cm <sup>2</sup> ) 7 3-4	Es(kg/cm <sup>2</sup> ) 7 3-4						
Kisangani														
+ 75 km	1.87	13.2	7.2	1.0	1,670	1,560	17.0	7.1	4,500	1,650	27.1	16.8	3,270	2,170
+ 300	1.87	15.8	8.7	-	2,150	-	15.8	6.3	4,800	1,660	24.8	17.7	3,910	3,300
Dulia														
+ 89	2.10	8.3	8.5	4.5	1,860	1,400	18.2	10.6	5,860	2,750	38.2	29.1	3,590	4,570

Note: Yd max: Maximum dry density / Densité sèche maximum

Wopt: Optimum moisture content / Teneur en eau optimum

qu: Unconfined compression strength / Résistance à la compression simple

Es: Modulus of deformation / Module de déformation

A.3.4.1

Shortening Rate and It's Minimum Economic Limit  
by "Short-Cut" of Selected Locations

A.3.4.1

Taux du raccourcissement et l'Economique limitée  
minimum de "Short-Cut" d'emplacements choisis

- L<sub>1</sub>: Length of Existing Road  
Longueur de route existante      q: Shortening Rate  
Taux du raccourcissement
- L<sub>2</sub>: Length of Improved Road  
Longueur de route améliorée      Q: Minimum Economic Limit of Short-Cut  
Economique limitée minimum de  
"Short-Cut"

No. N <sup>o</sup> .	Section Tronçon	Station Point d'Etude		L <sub>1</sub> (km)	L <sub>2</sub> (km)	q (%)	Q (%)	Pavement Type
		(PK)	(PK)					Type du revêtement
1	10	25.0	29.0	4.0	3.75	6.3	6.7	III
②	10,9	36.9	50.2	13.3	12.0	9.8	7.3	I
3	9	52.5	57.0	4.5	4.25	5.6	6.2	I, III
④	9	57.2	59.4	2.2	1.7	22.7	6.0	III
5	9	65.0	72.0	7.0	6.6	5.7	6.0	III
6	9	81.0	87.0	6.0	5.7	5.0	6.0	III
7	9	115.0	122.0	7.0	6.8	2.9	6.0	III
8	9	123.8	127.0	3.2	3.0	6.2	6.4	I
⑨	8	152.0	158.7	6.7	5.6	16.4	9.6	III, I
10	8	164.0	166.0	2.0	1.9	5.0	9.2	II, III
⑪	8	182.0	189.8	7.8	6.6	15.4	9.6	I, III
⑫	8,7	203.6	214.6	11.0	9.4	14.5	10.0	I
13	6	245.0	250.5	5.5	5.15	6.4	6.5	I, III
14	6	254.0	256.0	2.0	1.9	5.0	6.8	II
15	6	260.0	266.0	6.0	5.6	6.7	6.8	II
16	6	269.0	282.0	13.0	12.2	6.2	6.8	II
17	6	286.0	295.0	9.0	8.7	3.3	6.8	II
18	6	304.5	310.5	6.0	5.9	1.7	6.7	I, III
19	5	11.0	13.0	2.0	1.75	12.5	16.1	I
20	5	22.0	28.0	6.0	5.6	6.7	16.1	I
21	4	3.85	7.0	3.15	3.1	1.6	22.2	I
22	4	15.4	17.5	2.1	2.0	4.8	19.4	III

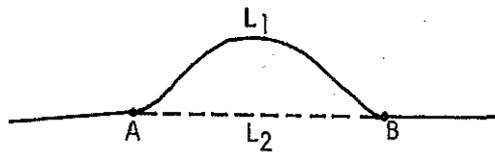
(continued)  
(continuée)

No. N <sup>o</sup> .	Section Tronçon	Station Point d'Etude		L <sub>1</sub> (km)	L <sub>2</sub> (km)	q (%)	Q (%)	Pavement Type
		(PK)	(PK)					Type du revêtement
23	4	43.35-	46.6	3.25	3.05	6.2	21.1	I, III
24	4	57.0 -	64.0	7.0	6.1	12.9	20.4	I, III
25	3	91.0 -	94.0	3.0	2.9	3.3	20.4	I
26	3	96.0 -	99.0	3.0	2.9	3.3	20.3	II
27	3	102.0 -	110.0	8.0	6.8	15.0	20.3	II
28	3	115.0 -	119.0	4.0	3.4	15.0	19.6	II, III
29	2	135.5 -	140.5	5.0	4.4	12.0	20.2	I, III
30	2	143.0 -	148.0	5.0	4.7	6.0	22.6	I
(31)	2	152.6 -	155.8	3.2	2.4	25.0	22.6	I
32	2	157.0 -	159.2	2.2	2.05	6.8	22.6	I
33	2	160.5 -	164.0	3.5	3.35	4.3	22.6	I
34	2	166.0 -	170.0	4.0	3.65	8.7	20.0	I, III
35	2	174.0 -	181.0	7.0	6.3	10.0	21.6	I, III
36	2	183.0 -	189.0	6.0	5.6	6.7	22.6	I
37	2	196.0 -	208.0	12.0	11.0	8.3	21.9	I, III
38	2	210.0 -	223.0	13.0	12.0	7.7	22.6	I
39	2	229.0 -	233.8	4.8	3.85	19.8	20.9	I, III
40	2	234.0 -	240.0	6.0	4.9	18.3	22.6	I
41	2	242.5 -	244.5	2.0	1.85	7.5	22.6	I
42	2, 1	247.0 -	252.0	5.0	3.0	40.0	18.8	I, III
43	1	256.5 -	262.5	6.0	5.5	8.3	25.3	IV
(44)	1	274.0 -	284.3	10.3	7.5	27.2	25.3	IV
45	1	291.0 -	295.1	4.1	3.7	9.8	21.0	I, III
46	1	297.0 -	303.0	6.0	5.3	11.7	21.5	I, III
47	1	306.0 -	311.0	5.0	4.4	12.0	20.0	I
48	1	316.0 -	322.0	6.0	5.5	8.3	22.3	I, III

- Note: 1. Locations encircled are evaluated to be economical if improved.  
(7 locations)  
Les endroits encerclés sont évalués être économiques si améliorés.  
(7 endroits)
2. The Short-Cut at No. 42 location is a kind of by-pass around Monga which is scheduled to be implemented in the future. (See B.1.17)  
Le raccourci à l'endroit No.42 est une sorte de déviation autour de Monga qui est prévue pour être implanté dans le futur. (See B.1.17)
3. The minimum economic limit of Short-Cut was calculated as follow:  
L'economique limite minimum du raccourci ont été calculés ci-dessous.

$L_1$ : Existing Road / Route existante

$L_2$ : Improved Road / Route améliorée



For Widening Section:

Pour élargissement partiel:

$L_1$ : Length of Widening Section of Existing Road  
Longueur d'élargissement partiel de Route existante

For Re-aligned Section:

Pour re-aligné partiel:

$L_2$ : Length of Re-aligned Section  
Longueur de re-aligné partiel

$C_1, C_2$ : Improvement Cost per km  
Coût d'amélioration par km

$M_1, M_2$ : Maintenance Cost per km  
Coût d'entretien par km

$R_1, R_2$ : Operating Cost of Vehicle per km  
Coût du fonctionnement de véhicule par km

$T_1, T_2$ : Time Cost of Vehicle per km  
Coût du temps du véhicule par km

\* It is assumed that improvement cost is invested in the first year, and maintenance cost, operating and time cost of vehicle during the project life of 27 years are calculated according to the estimated traffic by section and accumulated after being discounted at the rate of 12% to the present value. The values of Q by route section and by pavement type are shown in A.3.4.2.

Il a été décidé que le coût d'amélioration est investi dans la première année et que le coût d'entretien, le coût opération et de temps des véhicules pendant la durée du projet de 27 années, ont été calculés en accord avec le trafic estimé de tronçon et accumulé après éscompté au pourcentage de 12% à la valeur présente. Valeurs de Q par tronçon de route et par type du pavé ont indiqué dans A.3.4.2.

The condition of Short-Cut to be justified economically is as follow:  
La condition être de "Short-Cut" est justifié économiquement est comme suit:

$$L_1(C_1 + M_1 + R_1 + T_1) \geq L_2(C_2 + M_2 + R_2 + T_2)$$

$$\therefore \frac{C_1 + M_1 + R_1 + T_1}{C_2 + M_2 + R_2 + T_2} \geq \frac{L_2}{L_1}$$

$$\therefore \frac{(C_2 + M_2 + R_2 + T_2) - (C_1 + M_1 + R_1 + T_1)}{C_2 + M_2 + R_2 + T_2} \leq \frac{L_1 - L_2}{L_1}$$

Since,  
Depuis,

$$M_2 = M_1 \quad R_2 = R_1 \quad T_2 = T_1$$

then,  
alors,

$$\frac{C_2 - C_1}{C + M + R + T} \times 100 \leq \frac{L_1 - L_2}{L_1} \times 100 = q$$

$$Q = \frac{C_2 - C_1}{C + M + R + T} \times 100\%$$

## A.3.4.2

Minimum Economic Limit of Short-Cut  
by Section, by Pavement Type

A.3.4.2

Economique limitée minimum de "Short-Cut"  
par tronçon, par type de pavage

Section Tronçon	Pavement Type Type de pavage	$C_2$ (Z)	$C_1$ (Z)	$C_2 - C_1$ (Z)	$S=M+R+T$ (Z)	$C_2 + S$ (Z)	$Q = \frac{C-C_1}{C_2+S}$ (%)
10	I	110,447	76,588	33,859	354,880	465,327	7.3
	III	148,549	114,690	33,859	354,880	503,429	6.7
9	I	105,268	75,832	29,436	354,880	460,148	6.4
	III	132,030	102,594	29,436	354,880	486,910	6.0
8	I	96,303	79,253	17,050	75,852	172,155	9.9
	II	96,757	79,706	17,050	75,852	172,609	9.9
	III	124,426	107,376	17,050	75,852	200,278	8.5
7	I	90,500	73,873	16,627	75,852	166,352	10.0
6	I	80,181	69,584	10,597	75,852	156,033	6.8
	II	80,635	70,037	10,597	75,852	156,487	6.8
	III	91,521	80,924	10,597	75,852	167,373	6.3
5	I	74,020	58,390	15,630	22,920	96,940	16.1
4	I	74,756	53,929	20,827	18,894	93,650	22.2
	III	88,364	67,537	20,827	18,894	107,258	19.4
3	I	77,456	57,799	19,657	18,894	96,350	20.4
	II	77,910	58,252	19,657	18,894	96,804	20.3
	III	91,971	72,314	19,657	18,894	110,865	17.7
2	I	70,552	52,345	18,207	9,968	80,520	22.6
	III	83,707	65,500	18,207	9,968	93,675	19.4
1	I	74,766	57,784	16,982	9,968	84,734	20.0
	III	86,559	69,577	16,982	9,968	96,527	17.6
	IV	57,075	40,093	16,982	9,968	67,043	25.3