

DIRECTION NATIONAL DES ROUTES  
REPUBLIQUE DU MALI  
AGENCE AUTONOME DES TRAVAUX ROUTIERS  
REPUBLIQUE DU SENEGAL

**RAPPORT DE L'ETUDE DU CONCEPT DE BASE  
POUR  
LE PROJET DE CONSTRUCTION DES PONTS SUR LE  
CORRIDOR DU SUD  
EN REPUBLIQUE DU MALI  
ET  
EN REBUBLIQUE DU SENEGAL**

**JANVIER 2007**

**AGENCE JAPONAISE DE COOPERATION INTERNATIONALE (JICA)**

---

**KATAHIRA & ENGINEERS INTERNATIONAL**

**GM**

**JR**

**07-026**

## **Avant-propos**

En réponse à la requête des gouvernements de la République du Mali et de la République du Sénégal, le gouvernement du Japon a décidé d'exécuter une étude du concept de base pour le Projet de Construction des Ponts en République sur le Corridor du Sud du Mali et en République du Sénégal, et a confié l'exécution de cette étude à l'Agence japonaise de coopération internationale (JICA).

La JICA a délégué une mission de l'étude du concept de base au Mali et au Sénégal du 29 mai au 7 juillet 2006.

Après un échange de vues avec les personnes concernées des gouvernements du Mali et du Sénégal, la mission a effectué des études sur les sites du projet. Au retour de la mission au Japon, l'étude a été approfondie et un concept de base a été préparé. Afin de discuter du contenu du concept de base, une autre mission a été envoyée au Mali et au Sénégal du 27 novembre au 7 décembre 2006. Par la suite, le rapport ci-joint a été complété.

Je suis heureux de remettre ce rapport et je souhaite qu'il contribue à la promotion du projet et au renforcement des relations amicales entre nos trois pays.

Pour terminer, je tiens à présenter ma sincère reconnaissance à toutes les personnes concernées qui ont apporté leur collaboration et leur soutien à l'égard de cette étude.

Janvier 2007

**Masafumi KUROKI**  
Vice-président  
Agence japonaise de  
coopération internationale  
(JICA)

Le 31 janvier 2007

## **Lettre de présentation**

Nous avons le plaisir de vous soumettre le rapport final de l'étude du concept de base pour le Projet de Construction des Ponts sur le Corridor du Sud en République du Mali et en République du Sénégal, après avoir terminé ladite étude.

Cette étude a été réalisée par notre entreprise pendant huit mois et demi, de mai 2006 à janvier 2007, sur la base du contrat signé avec votre agence. Lors de cette étude nous avons tenu pleinement compte de la situation actuelle au Mali et au Sénégal, pour étudier la pertinence du projet susmentionné et établir le concept de projet le mieux adapté au cadre de la coopération financière sous forme de don du Japon.

En espérant que ce rapport vous sera utile pour la promotion de ce projet, je vous prie d'agrée, Madame la Présidente, l'expression de mes sentiments respectueux.

**Minoru MIURA**

Chef de projet

Equipe de l'étude du concept de base pour le  
Projet de Construction des Ponts en  
République du Mali et en République du  
Sénégal

Katahira & Engineers International

## Sommaire

### 1. Aperçu des pays

La République du Mali (désignée ci-après par le « Mali ») et la République du Sénégal (désignée ci-après par le « Sénégal ») sont des pays de l'Afrique de l'Ouest qui ont recouvré leur indépendance de la France. Le Mali, qui dispose d'une frontière commune avec le Sénégal à l'ouest du pays, compte 13,52 millions d'habitants, et s'étend sur une superficie de 1.240.000 km<sup>2</sup>. Son PIB, en 2005, était de 5,1 milliards de dollars, et de 380 dollars par habitant. Ses principales industries sont l'agriculture et l'élevage, qui emploient environ 80% de la population active.

Le Sénégal compte 11,90 millions d'habitants et s'étend sur 197 000 km<sup>2</sup>. Son PIB, en 2005, était de 8,3 milliards de dollars, et de 710 dollars par habitant. Ses principales industries sont l'agriculture et la pêche qui emploient environ 75 % de la population active, mais par rapport aux autres pays de l'Afrique de l'Ouest, l'industrie de la transformation des produits alimentaires est comparativement développée.

### 2. Arrière-plan, historique et aperçu du projet faisant l'objet de la requête

En ce qui concerne le Mali, un pays enclavé sans façade maritimes, une route internationale est indispensable pour le commerce international, et le retard au niveau des aménagements est un frein considérable au développement économique et social ainsi qu'à la réduction de la pauvreté. L'avant-port principal du Mali était Abidjan, mais en raison de la crise politique en République de Côte d'Ivoire, la diversification des routes vers les avant-ports est une nécessité de plus en plus élevée. En outre, l'aménagement du réseau routier dans le moyen pays au Sénégal n'est pas suffisamment développé, et, en comparaison avec le littoral, l'échange humain et le transport des marchandises y sont atrophies, ce qui explique grandement le problème de la pauvreté et le retard du développement socio-économique.

Le Mali a établi un Cadre stratégique de lutte contre la pauvreté (CSLP), en tant que politique de développement à moyen terme (2002-2006), et met en avant la promotion des activités industrielles et l'aménagement d'infrastructures économiques comme l'une des stratégies de base pour la réduction de la pauvreté. Par conséquent, il aborde un programme de développement régional équilibré et l'aménagement d'infrastructures, et souligne le renforcement du secteur des routes et du transport, le renforcement de l'accès aux services sociaux et aux marchés ainsi que l'amélioration du milieu de vie dans les régions pauvres. En outre, dans le secteur du transport, le Projet d'amélioration des couloirs routiers (2004-2007) a été établi, et son objectif premier est l'aménagement d'un réseau routier international, y

compris l'aménagement des routes du Corridor du Sud.

Le Sénégal a établi un CSLP triennal (2003-2005) dont les piliers pour la réduction de la pauvreté sont : l'avancement du secteur industriel et la promotion des investissements pour stimuler la croissance économique, l'expansion des services sociaux de base et l'amélioration du milieu de vie des personnes socialement faibles ; et il souligne la formation d'un marché agricole et d'un système de transport efficaces en tant que mesures concrètes dans ce but. En outre, dans le secteur du transport, le Programme sectoriel des transports II (PST 2) (2001-2006) a été élaboré, et l'aménagement routier, ferroviaire, portuaire / aéroportuaire, et des voies rurales y est cité comme l'une des questions primordiales.

En outre, au sein de l'Union Economique et Monétaire Ouest Africaine (UEMOA) qui rassemble huit pays d'Afrique de l'Ouest dont le Mali et le Sénégal, il est indispensable d'aménager au-delà des frontières des infrastructures qui facilitent le transport afin de dynamiser l'économie et de réduire la pauvreté dans toute la région. Et, au Mali, au Sénégal et dans l'UEMOA, le Programme d'Aménagement Routier et de Facilitation du Transport sur le Corridor Bamako-Dakar par le Sud, le long duquel se trouvent les ponts qui font l'objet du présent projet, est classé parmi les projets les plus importants. Par ailleurs, ce programme est également l'un des projets prioritaires dans les deux pays, en tant que Plan d'Action à Court Terme du (STAP) pour les infrastructures permettant la réalisation des mesures d'intégration régionale au sein du Nouveau Partenariat pour le Développement de l'Afrique (NEPAD).

Par rapport à la région longeant le Corridor du Nord dans laquelle existait déjà par le passé un itinéraire routier, la région que traverse le Corridor du Sud, une zone montagneuse au passage difficile où coulent des fleuves non aménagés, est dépourvue de réseaux routiers. En outre, pendant la période des hautes eaux (le fleuve de Falémé : de juin à décembre, le fleuve de Bafing : toute l'année (en raison du barrage en aval), le fleuve de Balé : de juillet à octobre), la circulation étant interrompue, les résidents des villages dans les alentours des ponts faisant l'objet du présent projet traversent les fleuves en pirogue, ce qui rend difficile l'accès aux infrastructures sociales, tel que le transport des malades, les déplacements des enfants vers les écoles.

Pendant, cette région recèle de mines d'or actuellement en cours de développement en tant que ressources minérales, de parcs nationaux en tant que ressources touristiques, et, en outre, celle-ci dispose d'un fort potentiel agricole en raison des sols fertiles et des ressources hydrauliques abondantes. Par conséquent, l'aménagement du Corridor du Sud permettra d'augmenter la production agricole grâce à une utilisation efficace de la superficie cultivable,

dont seulement 1/5 est exploité en raison du problème d'accès, d'escompter un développement économique déclenché par les ressources régionales que représentent les ressources minérales et touristiques ainsi que de réduire les coûts des transports grâce à une réduction des frais de transport et d'entretien à la suite de l'aménagement d'une route revêtue. En outre, avec comme toile de fond l'aménagement routier, des programmes, dont une campagne de sensibilisation contre le SIDA et un projet de construction de puits visant à assurer l'approvisionnement en eau potable, sont prévus par le biais d'aides d'autres donateurs.

Dans ces circonstances, le Mali et le Sénégal ont déposé une requête d'aide auprès d'autres donateurs pour l'aménagement du réseau routier dans le Corridor du Sud ainsi qu'auprès du gouvernement japonais pour la construction de six (6) ponts dans ce Corridor du Sud.

En ce qui concerne l'aménagement du Corridor du Sud, après le démarrage des travaux du tronçon Kati-Kita en 2005, en janvier 2006 des aides financières d'organismes internationaux ont été annoncées les unes après les autres, et l'aménagement de tout le Corridor du Sud commence vraiment. Pour ce qui est du présent projet, parmi les six (6) ponts faisant l'objet de la requête - à l'exception de trois (3) ponts, tels que des ponceaux et autres qui seront aménagés par d'autres donateurs dans le cadre du projet de l'aménagement routier - l'aménagement de trois (3) ponts, à savoir le pont de Falamé, le pont de Bafing, et le pont de Balé, a pour objectif d'assurer une circulation fluide toute l'année dans la région du Corridor du Sud, et de dynamiser l'économie des deux pays, de réduire la pauvreté et d'améliorer l'accès aux services sociaux pour les résidents le long de la route. En outre, le présent projet contribuera à la revitalisation de l'économie et à la promotion de l'intégration économique en Afrique de l'Ouest.

### 3. Aperçu des résultats de l'étude et contenu du projet

A la lumière de la situation décrite ci-dessus, le gouvernement du Japon a décidé de réaliser une étude du concept de base concernant les trois ponts suivants : le pont de Falémé, le pont de Bafing et le pont de Balé. L'Agence japonaise de Coopération internationale (JICA) a envoyé sur le terrain une mission d'étude du concept de base du 28 mai au 11 juillet 2006. Parallèlement aux concertations menées avec des officiels des gouvernements malien et sénégalais, une étude a été réalisée dans les régions cibles du présent projet. De retour au Japon, à la lumière des résultats de l'étude sur le terrain, le concept de base concernant le contenu du projet le mieux adapté a été élaboré, et son contenu a été organisé pour mettre au point la synthèse du concept de base. Afin d'expliquer cette synthèse du concept de base, la JICA a envoyé sur place une mission du 26 novembre au 9 décembre 2006 qui a mené des concertations au sujet de son contenu avec les personnes concernées des pays interlocuteurs et

a obtenu leur accord.

La synthèse du concept de base proposé pour la construction des ponts est la suivante.

### Contenu du projet

Nouvelle construction des ponts de Falémé, de Bafing et de Balé

L'envergure du projet est présentée ci-dessous.

Nom du pont	Longueur du pont (m)	Arrangement des travées (m)	Type de superstructure du pont	Largeur (m)	Culées du pont			Piliers du pont			Longueur de la voie d'accès (m)
					Nb	Bâti de construction	Fondations	Nb	Bâti de construction	Fondations	
Pont de Falémé	274,3	9 travées x 30,5 m	Composition et consolidation de 9 travées Pont à poutres I en béton précontraint	10,5 Chaussée: 7,5 Trottoir: 1,5×2	2	T inversé	En béton coulé en place (Pieux moulés dans le sol)	8	Piliers en béton palés		30,7
Pont de Bafing	237,8	7 travées x 34,0 m	Composition et consolidation de 7 travées Pont à poutres I en béton précontraint poutres	10 Chaussée: 7,5 Trottoir: 1,25×2	2	T inversé	En béton coulé en place (Pieux moulés dans le sol)	6	Piliers en acier palés		287,2
Pont de Balé	110,15	3 travées x 23,5 m + 40,0 m	Composition et consolidation de 3 travées Pont à poutres I en béton précontraint + Pont à poutres en acier non composé simple	10 Chaussée: 7,5 Trottoir: 1,25×2	2	T inversé	En béton coulé en place (Pieux moulés dans le sol)	3	Piliers en béton palés		29,7

#### 4. Durée des travaux et coût estimatif du projet

Dans le cas où le présent projet serait mis en oeuvre par le biais de l'aide non remboursable du gouvernement japonais, la durée de la conception d'exécution sera de 18 mois et la durée totale des opérations sera de 60,7 mois. Le coût total du présent projet est estimé à 3,540 milliards de yens (partie japonaise : 3,529 milliards de yens, partie malienne : 8 millions de yens, partie sénégalaise : 3 millions de yens).

Par ailleurs, dans le cadre de la mise en oeuvre du présent projet, il est exigé que les voies pour les travaux soient aménagées dans le deux pays, mais, étant donné que les progrès de ces aménagements sont actuellement incertains, dans la phase actuelle il est prévu de procéder à une mise en oeuvre par pont.

Les bénéficiaires directs du présent projet sont les résidents à proximité de l'axe du Corridor du Sud, au nombre de 531.000 personnes (15.000 personnes dans l'arrondissement de Saraya au Sénégal, 170 000 dans la préfecture de Kéniéba et 346.000 dans la préfecture de Kita au Mali). En ce qui concerne les bénéficiaires indirects, ceux-ci seront au nombre de 25,420 millions au total, 13,520 millions de personnes au Mali et 11,900 millions au Sénégal.

## 5. Examen de la pertinence du projet

### Effets directs

- i) Le projet permettra d'assurer la circulation toute l'année en éliminant l'interruption de la circulation des véhicules (fleuve de Falémé : environ 7 mois, fleuve de Bafing : toute l'année, et le fleuve de Balé : environ 4 mois) à l'endroit où seront situés les ponts.
- ii) L'aménagement des ponts permettra aux véhicules lourds tels que les camions, bus, etc. de franchir les points de traversée que seuls les véhicules à quatre roues motrices pouvaient jusqu'alors emprunter à la période où la circulation était possible, et, ainsi, rendra possible le transport des voyageurs et des marchandises.
- iii) Le temps de passage des fleuves sera réduit de 20 minutes en pirogue (fleuve de Falémé et fleuve de Bafing) à 3 minutes à pied.

### Effets indirects

- i) Actuellement les allers-retours à l'école se font en pirogue, et les enfants vivant dans les alentours des ponts qui doivent se rendre à l'école pendant la longue saison des pluies pourront le faire en toute sécurité, ce qui améliorera le taux de scolarisation et de présence.
- ii) Le projet permettra d'assurer tout au long de l'année l'accès routier vers les hôpitaux et ainsi le transport d'urgence rapide des résidents dans les alentours des ponts.
- iii) Le projet permettra de réduire le coût des transports et d'améliorer l'accès vers les marchés.
- iv) L'axe du Corridor du Sud avec ses trois ponts aménagés entrera en service, et, en assurant le transport des passagers et des marchandises, il valorisera le potentiel industriel dans la zone le long de l'axe. Une réduction de la pauvreté dans la région en question et une revitalisation économique et sociale au Mali et au Sénégal sont également escomptées.

En ce qui concerne le présent projet, il est estimé que l'aménagement de trois (3) ponts situés sur la route de dégagement internationale permettra d'assurer l'accès des résidents dans les

environs des ponts aux services sociaux, ainsi que le transport des voyageurs et des marchandises, et contribuera à la revitalisation de la région le long du Corridor du Sud ainsi qu'au développement d'une circulation fluide dans les deux pays. Par conséquent, la pertinence de la mise en oeuvre de l'aide financière non remboursable du Japon pour les tâches faisant l'objet de la coopération sera confirmée. Par ailleurs, en ce qui concerne la gestion et la maintenance du présent projet, il est considéré que la structure humaine et financière mise en place par les deux pays sera suffisante et ne posera pas de problèmes particuliers.

Par ailleurs, afin que le présent projet soit réalisé sans heurts et de façon efficace, il est souhaitable que les deux mettent rapidement en oeuvre les tâches à leur charge. En particulier, étant donné que le fait d'assurer les voies pour les travaux jusqu'au site de chacun des ponts influence la période de démarrage du présent projet, il serait souhaitable qu'un suivi rigoureux de l'aménagement du tronçon routier mis en oeuvre par le biais de l'aide d'autres donateurs soit effectué, et que le Mali entreprenne rapidement la démolition du pont de Balé existant qui est en train de s'effondrer. En outre, il est considéré que le fait de réaliser impérativement la maintenance des routes après la mise en service du réseau du Corridor du Sud sur lequel se trouveront les ponts faisant l'objet du projet renforcera considérablement l'efficacité du présent projet.

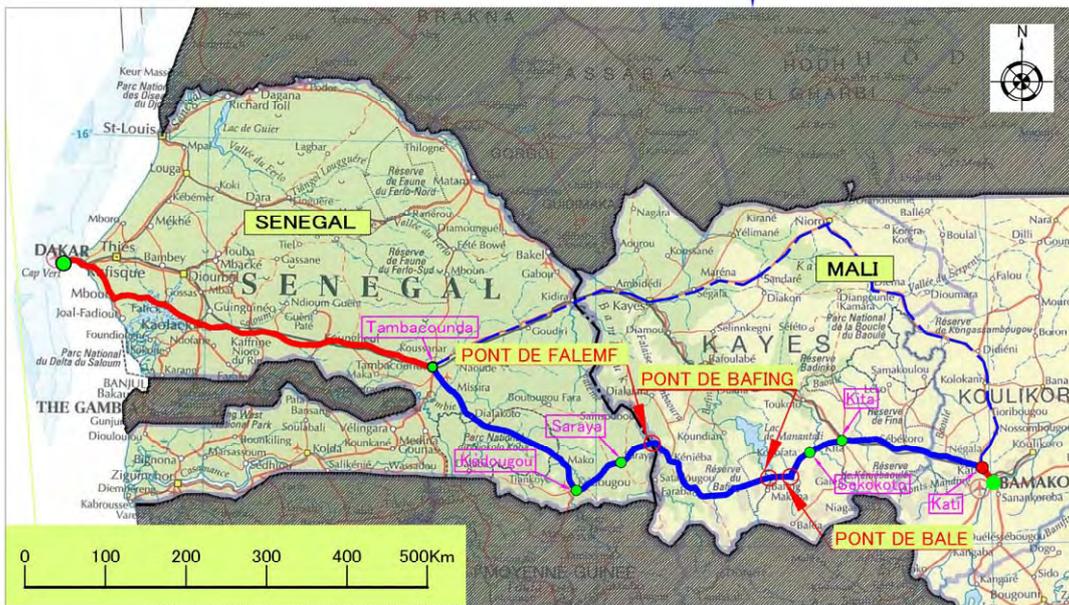
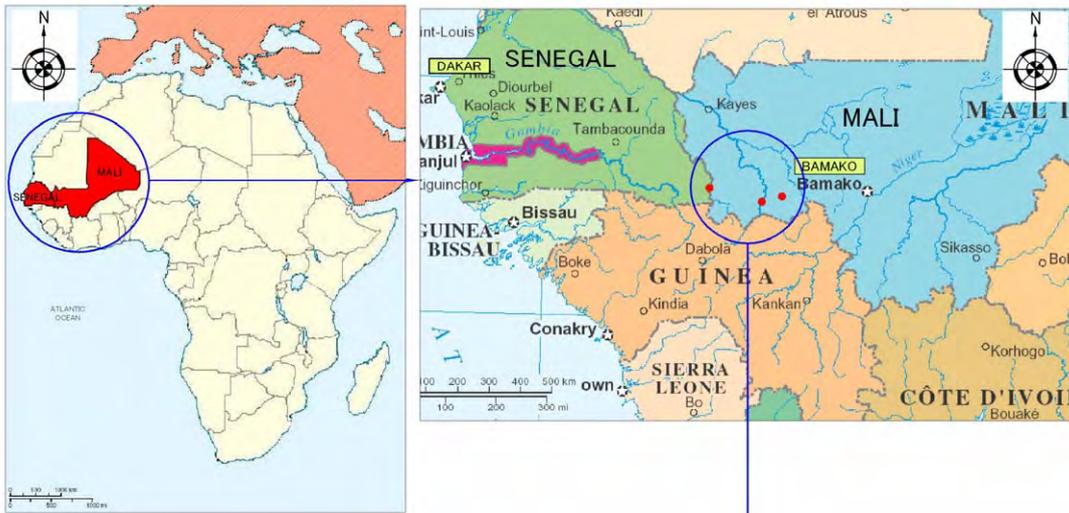
## TABLE DES MATIERES

Avant-propos	
Lettre de présentation	
Sommaire	
Région concernée par le présent projet	
Plan prévisionnel d'achèvement	
Liste des figures et tableaux	
Abréviations	
Chapitre 1 Arrière-plan et historique du projet .....	1-1
1.1 Situation actuelle et défis dans le secteur concerné .....	1-1
1.1.1 Situation actuelle et défis .....	1-1
1.1.2 Plan de développement .....	1-2
1.1.3 Situation socio-économique .....	1-4
1.2 Arrière-plan, historique et aperçu de la requête de l'aide financière non remboursable du Japon .....	1-6
1.3 Tendance de l'aide japonaise .....	1-7
1.4 Tendance de l'aide des autres donateurs .....	1-8
Chapitre 2 Contenu du Projet .....	2-1
2.1 Aperçu du Projet .....	2-1
2.2 Concept de base du projet faisant l'objet de la coopération .....	2-4
2.2.1 Principe de conception .....	2-4
2.2.2 Plan de base .....	2-11
2.2.2.1 Analyse hydraulique (examen de la coupe transversale de projet du fleuve) .....	2-11
2.2.2.2 Etude du volume de la circulation et examen du nombre de voies sur les ponts .....	2-17
2.2.2.3 Pont de Falémé .....	2-31
2.2.2.4 Pont de Bafing .....	2-33
2.2.2.5 Pont de Balé .....	2-36
2.2.2.6 Voies d'accès et ouvrages auxiliaires .....	2-38
2.2.3 Plan du concept de base .....	2-46
2.2.3.1 Données de base concernant les ponts .....	2-46
2.2.3.2 Plans du concept de base .....	2-47
2.2.4 Plan d'exécution des travaux de construction .....	2-103
2.2.4.1 Principes d'exécution des travaux de construction .....	2-103

2.2.4.2	Points à garder à l'esprit dans le cadre de l'exécution des travaux de construction	2-104
2.2.4.3	Répartition des tâches d'exécution des travaux de construction	2-109
2.2.4.4	Plan de supervision des travaux de construction	2-109
2.2.4.5	Plans de contrôle de la qualité	2-111
2.2.4.6	Plan d'approvisionnement des matériaux et des matériels	2-112
2.2.4.7	Calendrier de mise en oeuvre	2-116
2.3	Synthèse des tâches à la charge du Mali et du Sénégal	2-117
2.4	Plan de gestion et de maintenance du présent projet	2-119
2.5	Coûts estimatifs du projet	2-121
2.5.1	Coûts estimatifs du projet cible de la coopération	2-121
2.5.2	Coût de la gestion et de la maintenance	2-124
2.6	Points à garder à l'esprit lors de la mise en oeuvre du projet de coopération	2-126
Chapitre 3 Examen de la pertinence du projet		
3.1	Effets du projet	3-1
3.2	Problèmes et recommandations	3-2
3.2.1	Problèmes que les pays interlocuteurs se doivent de résoudre et recommandations	3-2
3.3	Pertinence du projet	3-2
3.4	Conclusion	3-3

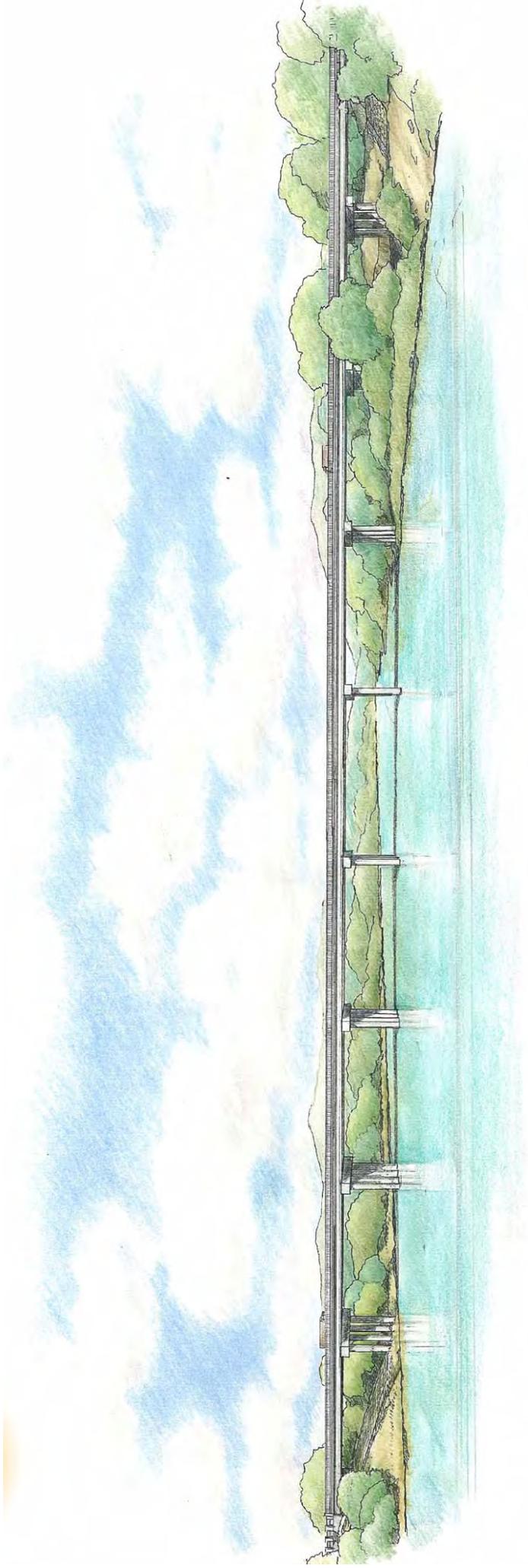
#### Documents en annexe

Annexe 1	Liste des membres affectés de la Mission
Annexe 2	Programme d'étude
Annexe 3	Liste des personnes concernées des parties maliennes et sénégalaises
Annexe 4	Procès-verbal des discussions
Annexe 5	Données du volume de la circulation



- Corridor du Nord
- Corridor du Sud

**Région concernée par le présent projet**



Vue générale



Pont de Falémé (pont frontalier)

## Liste des schémas et tableaux

Schéma 1.1.1-1 Itinéraire du Corridor du Nord et du Corridor du Sud	1-2
Schéma 1.4-1 Schéma des sections du projet d'aménagement routier et de facilitation du transport sur le corridor Mamako-Dakar par le sud et du projet d'aménagement des pont routiers	1-12
Schéma 2.1.1 Carte des corridors au Sénégal et au Mali	2-2
Schéma 2.2.2.2-1 Résultats de l'étude du volume de la circulation (2006) (1)	2-20
Schéma 2.2.2.2-2 Résultats de l'étude du volume de la circulation (2006) (2)	2-21
Schéma 2.2.2.2-3 Diagrammes de préférence avec pour origine-destination finale Bamako (2006)	2-22
Schéma 2.2.2.2-4 Résultats de la prévision de la demande de transport à l'avenir	2-28
Schéma 2.2.2.6-1 Profil en travers-type	2-41
Schéma 2.2.2.6-2 Longueur de la voie d'accès du pont de Falémé et du pont de Balé	2-43
Schéma 2.2.2.6-3 Longueur de la voie d'accès du Pont de Bafing	2-44
Tableau 1.1.3-1 Produit intérieur brut par secteur au Mali et au Sénégal	1-5
Tableau 1.1.3-2 Population active par secteur au Mali et au Sénégal	1-5
Tableau 1.1.3-3 Résiduel de la dette étrangère au Mali et au Sénégal	1-6
Tableau 1.3-1 Tendances de l'aide du Japon dans le secteur routier	1-8
Tableau 1.4-1 Tendances des aides pour les projets d'aménagement routier dans le Corridor du Nord	1-9
Tableau 1.4-2 Tendances de l'aide pour les projets d'aménagement routier dans le Corridor du Sud du côté sénégalais et situation des progrès	1-10
Tableau 1.4-3 Tendances de l'aide pour les projets d'aménagement routier dans le Corridor du Sud du côté malien et situation des progrès	1-11
Tableau 2.2.2.2-1 Résultats de l'étude du volume de la circulation	2-18
Tableau 2.2.2.2-2 Données du volume de la circulation au Sénégal	2-18
Tableau 2.2.2.2-3 Evolution du volume de la circulation sur 24 heures	2-21
Tableau 2.2.2.2-4 Nombre moyen de passagers	2-23
Tableau 2.2.2.2-5 Nombre de passagers et volume de marchandises transportées suite à la conversion des transports	2-25
Tableau 2.2.2.2-6 Volume de circulation par jour et celui par heure	2-30
Tableau 2.2.2.6-1 Charge du trafic pour chacun des ponts	2-39
Tableau 2.2.2.6-2 Examen de la structure de revêtement	2-40
Tableau 2.2.2.6-3 Longueur des voies d'accès	2-42
Tableau 2.2.3.1-1 Données de base concernant les ponts	2-47
Tableau 2.2.4.2-1 Examen du type des ouvrages de substructure du pont de Bafin	2-106

Tableau 2.2.4.3-1 Répartition des tâches à la charge de chacun des Gouvernement .....	2-109
Tableau 2.2.4.5-1 Plan de contrôle de la qualité des ouvrages en béton .....	2-111
Tableau 2.2.4.5-2 Plan de contrôle de la qualité du génie civil et des revêtements .....	2-112
Tableau 2.2.4.6-1 Répartition de l’approvisionnement des principaux matériaux de construction de la partie sénégalaise (Pont de Falémé) .....	2-113
Tableau 2.2.4.6-2 Répartition d’approvisionnement des principaux matériaux de construction de la partie malienne (Ponts de Bafing et de Balé) .....	2-114
Tableau 2.2.4.6-3 Répartition de l’approvisionnement des engins de chantier pour les travaux .....	2-116
Tableau 2.2.4.7-1 Calendrier de mise en oeuvre des travaux .....	2-117
Tableau 2.5.1-1 Tableau récapitulatif des coûts approximatifs du projet .....	2-122
Tableau 2-5-2-1 Contenu et coûts annuels de la maintenance .....	2-125
Tableau 2.5.2-2 Coûts de maintenance de la DNR, Mali, pour les quatre dernières années .....	2-126
Tableau 2.5.2-3 Coûts de maintenance de l’AATR, Sénégal, pour les quatre dernières années .....	2-126
Tableau 3.1-1 Effets directs et indirects à la suite de la mise en oeuvre du projet .....	3-1

## **Abréviations**

AATR	: Agence Autonome des Travaux Routiers
BAD	: Banque Africaine de Développement
BID	: Banque Islamique de Développement
BOAD	: Banque Ouest Africaine de Développement
CER	: Communautés Economiques Régionales
DNR	: Direction National des Routes
EU	: European Union
FAD	: Fonds Africain de Développement
JBIC	: Japan Bank for International Cooperation
KfW	: Kreditanstalt fur Wiederaufbau
NEPAD	: New Partnership for African's Development
OAU	: Organisation de l'Unité Africaine
PACIR	: Community Infrastructure and Road action Programme
TICADIII	: Third Tokyo International Conference on African Development
UEMA	: Union économique et monétaire ouest africaine
UNTACDA	: Décennies des Nations Unies pour les transports en Afrique

# **Chapitre 1**

## **Arrière-plan et historique du projet**

## **Chapitre 1 Arrière-plan et historique du projet**

### **1.1 Situation actuelle et défis dans le secteur concerné**

#### **1.1.1 Situation actuelle et défis**

Alors que les pays dans la région de l'Afrique de l'Ouest, y compris la République du Mali (ci-après désignée par « le Mali ») et la République du Sénégal (ci-après désignée par le « Sénégal »), qui font l'objet du présent projet, étaient en voie de retrouver leur indépendance après la décolonisation, leurs frontières ont été déterminées sans tenir compte des régions qui ont besoin d'une autonomie économique. Par conséquent, les régions de tous ces pays sont confrontées à une impasse dans le développement économique durable. En ce qui concerne le Mali, un pays enclavé sans ports maritimes, un réseau routier international est indispensable pour son commerce international, et le retard au niveau des aménagements met un frein considérable au développement économique et social ainsi qu'à la réduction de la pauvreté. L'avant-port principal du Mali était Abidjan, mais en raison de la crise politique en République de Côte d'Ivoire, la diversification des routes vers les avant-ports est une nécessité de plus en plus élevée. En outre, l'aménagement du réseau routier dans le moyen pays au Sénégal n'est pas suffisamment développé, et, en comparaison avec le littoral, l'échange humain et le transport des marchandises y sont atrophés, ce qui explique grandement le problème de la pauvreté et le retard du développement socio-économique. Cependant, en raison d'une déficience chronique du budget national dans les deux pays, résultat de la dette extérieure, la quasi-totalité de l'aménagement des infrastructures routières, telles que la construction des routes et des ponts, dépend de l'aide des pays étrangers.

Parmi les routes internationales qui relient le Mali au Sénégal, en ce qui concerne le Corridor du Nord, l'axe routier de Dakar à Bamako par le Nord à partir de Tambacounda au Sénégal, les travaux de revêtement sur le dernier tronçon qui n'est pas encore revêtu sont en cours par le biais d'une aide de l'UE (achèvement prévu en 2007). En revanche, en comparaison avec la région longeant le Corridor du Nord déjà fréquentée par la circulation dans le passé, la région que traverse le Corridor du Sud, une zone montagneuse au passage difficile où coulent des fleuves non aménagés, n'est pas dotée de réseaux routiers. Par conséquent, bien que cette région recèle de mines d'or actuellement en développement en tant que ressources minérales, de parcs nationaux en tant que ressources touristiques et un fort potentiel agricole grâce à ses terres fertiles et à ses abondantes ressources hydrauliques, elle demeure dans la pauvreté aussi bien dans le périmètre malien que sénégalais. En outre, pendant la période des hautes eaux (le fleuve de Falémé : de juin à décembre, le fleuve de Bafing : toute l'année (en raison du barrage en aval), le fleuve de Balé : de juillet à octobre), la circulation y est interrompue. Par conséquent, les

résidents des villages dans les alentours des ponts faisant l'objet du présent projet traversent les fleuves en pirogue, ce qui rend difficile l'accès aux infrastructures sociales, tel que le transport des malades, les déplacements des enfants vers les écoles, etc. Ceci affecte sérieusement la vie quotidienne, en particulier en ce qui concerne le pont de Bafing : les résidents de la rive gauche doivent se rendre à l'école et à l'hôpital du village à 7 kilomètres de la rive droite, et le pont de Balé : les malades nécessitant des soins urgents sont transportés à l'hôpital situé à 14 kilomètres du point de traversée du pont en bicyclette. La région en question étant actuellement une région pauvre dans les deux pays, il est estimé que le Corridor du Sud dynamisera économiquement la région, et, du point de vue du fait que le Corridor du Sud sera plus court de 110 km que le Corridor du Nord, un effet économique grâce à un transport des marchandises à coût plus faible est également escompté. Par conséquent, il est souhaitable que l'aménagement du Corridor du Sud soit réalisé au plus vite.

L'itinéraire du Corridor du Nord et du Corridor du Sud comprenant l'emplacement des ponts du projet est indiqué dans le Schéma 1.1.1-1



Légende :  
 - - - - : Corridor du Sud  
 - - - - : Corridor du Nord

Schéma 1.1.1-1 Itinéraire du Corridor du Nord et du Corridor du Sud

### 1.1.2 Plan de développement

Le concept d'une coopération interrégionale en Afrique n'est pas récent. Le plan d'action de Lagos et l'acte final de Lagos pour le transport et la consolidation régionale en Afrique ont été

conclus en avril 1980 par les pays membres de l'Organisation de l'Unité africaine (OAU). A la lumière des principes de cet acte, le traité d'Abuja qui est à l'origine de la Communauté économique africaine a été signé au mois d'août 1991 et est entré en vigueur au mois de mai 1994. Ce traité renforce la Communauté économique régionale (CER) existante entre 48 chefs d'Etat africains, établit une nouvelle alliance et représente l'accord pour une coopération interrégionale dans tous les domaines et secteurs. Aujourd'hui 14 CER ont été établies.

Parmi les activités de coopérations sectorielles, ces Communautés économiques régionales ont sélectionné la construction d'infrastructures en tant que dossier le plus important pour l'intégration africaine. Le sous-secteur des routes parmi les secteurs du transport, des communications et du tourisme, pour ne citer que les principaux, est positionné comme le secteur de toute première importance pour la promotion du commerce, la simplicité du déplacement des travailleurs, l'intégration des marchés et la réduction des coûts de transport des marchandises. Les sept objectifs suivants ont été fixés afin de réaliser des résultats dans le domaine du transport intercontinental, de l'harmonisation des communications et du développement intégratif.

- i. Promotion pour l'intégration des transports et des communications ;
- ii. Alliance des différents moyens de transport permettant d'améliorer l'efficacité ;
- iii. Cohérence des règles et des normes en ce qui concerne le transport et les communications ;
- iv. Promotion pour l'utilisation des matériaux et de la force de travail locaux, la standardisation des réseaux et des équipements, la recherche et la généralisation des techniques de construction et des équipements appropriés ;
- v. Elargissement, renouvellement et maintenance des infrastructures pour le transport et les communications par l'introduction des techniques et ressources financières nécessaires ;
- vi. Promotion pour la création d'industries régionales de fabrication d'équipement pour le transport et les communications ;
- vii. Système, organisation, promotion des services de ressources humaines et de transport des marchandises au niveau régional et communautaire.

Pour atteindre les objectifs susmentionnés, il a été décidé d'établir un programme de renforcement structurel pour l'aménagement de liens entre les pays, la construction d'artères internationales et le sous-secteur des routes.

D'une part, afin de promouvoir l'aménagement du sous-secteur des routes sur tout le territoire africain, les Nations Unies ont mis en oeuvre de 1978 à 1988 et de 1991 à 2000 le Programme décennal des Nations Unies pour les transports en Afrique (UNTACDA). Ce programme a pour objectif la planification d'une autoroute transafricaine composée de neuf routes couvrant au total

55.000 km sur tout le territoire africain. Le tronçon entre Dakar et Bamako sur la Route 6 (Dakar – N'djamena de 4.500 km) a été sélectionné en tant que route interrégionale en Afrique de l'Ouest étant la plus importante pour le trafic de transit.

Afin d'aménager cette route interrégionale en Afrique de l'Ouest, L'UEMOA a élaboré en septembre 2001 le Programme d'Actions Communautaire pour les Infrastructures et le Transport Routiers (PACITR). Ce programme a été présenté au Forum des organismes d'aide qui s'est tenu à Lomé en mars 2002. Le programme en question est un plan à moyen terme visant à résoudre les problèmes énumérés ci-après dans le secteur routier en Afrique de l'ouest.

- Convergence des politiques nationales et coordination régionale dans le secteur routier ;
- Renforcement de l'avantage concurrentiel des nations membres de l'UEMOA par le biais de la fluidité du commerce et la réduction des coûts de transports routiers ;
- Réduction de la pauvreté ;
- Réduction des coûts sociaux provenant du manque de sécurité et de l'impossibilité d'assurer une circulation régularisée.

A partir du plan à moyen terme susmentionné, un plan quinquennal d'urgence (PER : 2004-2008) prévoyant la maintenance quotidienne des routes dans la région et l'aménagement du tronçon prioritaire sur les 5.383 km de route a été élaboré.

Il a été décidé de procéder au Projet d'Aménagement Routier et de Facilitation du Transport sur le Corridor Bamako-Dakar par le Sud entre Dakar et Bamako, conformément au plan susmentionné.

### **1.1.3 Situation socio-économique**

#### Démographie

La population totale du Mali en 2005 était de 13,520 millions d'habitants, dont environ 1,3 millions de personnes résidant dans la capitale, Bamako. Elle est composée de plus de 23 groupes ethniques différents dont 50 % de Mandés (Bambaras, Malinkés), 17 % de Peuls, 12 % de Voltas, etc.. La croissance démographique en 2005 enregistrait une hausse de 3,0 % par rapport à l'année précédente.

La population totale du Sénégal en 2005 était de 11,9 millions d'habitants, dont environ 2,1 millions de personnes résidant dans la capitale, Dakar. L'ethnicité est composée de 43 % de Wolofs, 15 % de Sérères, de 14 % de Peuls, 10 % de Toucouleurs, etc...

La croissance démographique en 2005 enregistrait une hausse de 2,4 % par rapport à l'année précédente.

### Structure économique

La production globale nationale par secteur des deux pays est indiquée au Tableau 1.1.3-1, et la population active au Tableau 1.1.3-2. L'industrie principale au Mali et au Sénégal est l'agriculture. La force de travail dans le secteur agricole au Mali représente 85,8 % de la population active (2003), le montant de production de cette activité occupe 36,0 % du produit intérieur brut (2005). En outre, au Sénégal, la force de travail dans le secteur agricole représente 76,9 % de la population active, et le montant de production occupe 17 % du produit intérieur brut (2004).

La valeur résiduelle de la dette étrangère pour les deux pays figure au Tableau 1.1.3-3

Tableau 1.1.3-1 Produit intérieur brut par secteur au Mali et au Sénégal

Pays		Mali		Sénégal	
Exercice		2000	2005	2000	2004
Produit intérieur brut (millions de US\$)		3.200	5.400	4.400	7.600
Secteur	Secteur agricole (%/PIB)	41,6	36,0	19,4	17,0
	Secteur industriel (%/PIB)	20,6	24,2	20,6	19,7
	Secteur des services (%/PIB)	37,9	39,8	60,1	63,3
Commerce	Exportations commerciales et des services (%/PIB)	26,8	25,7	29,9	27,8
	Importations commerciales et des services (%/PIB)	39,4	39,1	39,8	41,5

Source : « Indicateurs du développement dans le monde 2006 » Banque mondiale

Tableau 1.1.3-2 Population active par secteur au Mali et au Sénégal

Pays		Mali		Sénégal	
Exercice		2003		2003	
Total		Population (1000 personnes)	Part (%)	Population (1000 personnes)	Part (%)
		5.639	—	4.566	—
Secteur	Secteur agricole	4.836	85,8	3.512	76,9
	Secteur industriel	113	2,0	338	8,5
	Secteur des services	690	12,2	716	15,7

Source : Indicateurs de développement en Afrique 2005

Tableau 1.1.3-3 Résiduel de la dette étrangère au Mali et au Sénégal

Pays	Mali		Sénégal	
Exercice	2002	2003	2002	2003
Résiduel de la dette étrangère (millions de US\$)	3.918	3.129	3.918	4.419
Résiduel de la dette étrangère /RNB (%)	103,2	75,3	85,3	69,0

Source : Databook AOD par pays (2004, 2005)

## 1.2 Arrière-plan, historique et aperçu de la requête de l'aide financière non remboursable du Japon

Dans les pays de l'Union Economique et Monétaire Ouest Africaine (UEMOA) dans lesquels le transport des marchandises est dépendant à 90% du transport routier, l'aménagement d'un secteur des transports visant l'intégration des marchés et la réduction des coûts de transport est une question de toute première importance. L'UEMOA a élaboré, en septembre 2001, le Programme d'action communautaire d'infrastructures et de transport routier (PACITR) et a présenté celui-ci au Forum des organismes d'aide qui s'est tenu à Lomé en mars 2002. Par ailleurs, faisant l'objet du Projet de Plan d'Action à Court Terme (STAP), ce programme est l'un des projets dont la priorité est la plus élevée dans le cadre du Nouveau Partenariat pour le Développement de l'Afrique (NEPAD) ainsi que pour les deux pays concernés.

Dans le cadre de l'Initiative pour la coopération en Afrique dont la déclaration a eu lieu en mai 2003 et de la troisième Conférence internationale pour le développement de l'Afrique (TICAD III), le Japon a annoncé vis-à-vis du NEPAD sa contribution pour la réduction de la pauvreté par le biais de la croissance économique en apportant une aide à l'aménagement d'infrastructures visant à l'élargissement régional, ainsi que sa position positive en ce qui concerne une aide concrète.

Dans le Projet de l'aménagement routier international entre Dakar et Bamako, en ce qui concerne le Corridor du Sud, la Banque islamique de développement (BID) a confirmé par une étude de faisabilité qu'elle a mise en oeuvre la pertinence de cet aménagement. Par le biais de l'aide de la BID, de la Banque africaine pour le développement (BAD) et de l'agence de coopération financière allemande (KfW), l'aménagement d'une portion de la route progresse. Toutefois, en ce qui concerne la section entre Falémé et Bakoy, étant donné que la route est interrompue par des rivières et qu'il n'y a pas de ponts construits, l'aménagement de la route sur toute la portion en question est à un point mort.

En outre, environ 85% des ménages dans la région faisant l'objet du présent projet exercent une activité agricole. Bien qu'un potentiel agricole existe, le manque d'aménagement des infrastructures pour le transport nuit à la promotion des activités économiques des résidents de

la région ainsi qu'à l'amélioration du niveau de vie, et la pauvreté dans cette région est plus élevée que la moyenne au Mali et au Sénégal. Parallèlement, sur le réseau routier existant faisant l'objet du projet, qu'il soit revêtu ou non, les tronçons qui sont dans un mauvais état sont nombreux, et, en particulier sur les routes non revêtues, certains endroits sont infranchissables sans contrôle de la vitesse, même en véhicule à quatre roues motrices. Dans les zones enclavées, le fait d'assurer un itinéraire de transport vers Dakar ou Bamako pour les produits agricoles permettra d'améliorer l'accès vers les marchés et les activités économiques et sociales. Par conséquent, la mise en oeuvre du présent projet est indispensable pour dynamiser l'économie, encourager l'intégration économique au sein de l'UEMOA et, surtout, contribuer à la réduction de la pauvreté dans le moyen pays.

Dans ces circonstances, dans le cadre de l'aménagement du réseau routier du Corridor du Sud entre Dakar et Bamako, le Mali et le Sénégal, dans le but d'oeuvrer pour la réduction de la pauvreté par le biais de la revitalisation du transport terrestre entre les deux pays, de la promotion du développement de la région côtière et des activités commerciales, ont adressé au Japon une requête. Cette requête concernait l'aide financière non remboursable visant la construction de six ponts (le pont sur la Falémé, le pont de Kombéra 2, le pont de Ouloukani, le pont sur le Bafing, le pont de Balé et le pont de Bakoy) sur le tronçon entre Falémé et Kita pour l'aménagement desquels des capacités techniques sont en particulier considérées nécessaires.

A la réception de cette requête, une étude de préparation pour le projet d'aménagement des ponts au Mali et au Sénégal a été réalisée en février 2004. Et sur la base des résultats de l'étude de situation concernant les six ponts de la requête et de la vérification de la nécessité de la nouvelle construction de ponts, la construction du pont de Falémé, du pont de Bafing et du pont de Balé en tant qu'aide financière non remboursable du Japon a été jugée pertinente du point de vue technique et de l'urgence. En outre, les trois points suivants ont été confirmés : i) l'amélioration de l'accès des résidents dans la région aux services sociaux et publics permettra d'assurer la garantie de la sécurité humaine, ii) il est estimé que le renforcement des capacités du transport entre les deux pays contribuera aux infrastructures de développement visant la croissance économique durable et la réduction de la pauvreté dans la zone le long de la route, et iii) la construction des ponts sera un atout afin que la coopération internationale pour le projet de l'aménagement du Corridor du Sud puisse être réalisée.

### **1.3 Tendance de l'aide japonaise**

En ce qui concerne la tendance de l'aide japonaise, les infrastructures de développement visant la croissance économique durable et l'aide pour la réduction de la pauvreté sont cités

comme domaines importants dans les Principes de mise en oeuvre des tâches de coopération économique outre-mer (2005-2007). En outre, pour ce qui est de la région sub-saharienne, une aide intensive est accordée aux pays dont la capacité de remboursement et la gouvernance sont comparativement bonnes. Pour ce qui est des domaines ciblés, ceux-ci visent les domaines importants tels que l'aménagement d'infrastructures économiques et sociales contribuant à une région élargie dépassant les frontières nationales, le développement du secteur privé et du secteur agricole, etc. Par ailleurs, dans le cadre de l'Assistance accrue du secteur privé à l'Afrique (EPSA), le principe consiste à renforcer l'aide en Afrique en ayant recours aux mécanismes de Facilité de co-financement accéléré pour l'Afrique (ACFA) pour la promotion du financement collectif, et la nécessité / pertinence de l'aide est élevée.

En ce qui concerne l'aide du Japon dans le secteur en question, parmi les projets d'aménagement routier dans le Corridor du Sud, sur lequel le présent projet sera mis en oeuvre, la section du côté sénégalais est mise en oeuvre dans le cadre d'un financement conjoint auquel participent le Fonds africain de développement (FAD), la Banque africaine de développement BAD, sous la forme d'une aide remboursable, et le gouvernement sénégalais.

Un aperçu de l'aide du Japon figure au Tableau 1.3-1.

Tableau 1.3-1 Tendence de l'aide du Japon dans le secteur routier

Désignation du projet	Aide remboursable /non remboursable	Période de mise en oeuvre	Limite du montant de la contribution	Aperçu
Projet de réhabilitation et de promotion de la circulation de la route dans le Corridor du Sud Bamako-Dakar	Aide remboursable	2005 à 2009	960 millions de yens	Remise en état de la route entre Kedougou et Saraya Longueur : 61,0 km

Source : JBIC

Par ailleurs, selon le rapport d'évaluation du Fonds africain de développement (FAD), il est estimé que le Projet d'Aménagement Routier et de Facilitation du Transport sur le Corridor Bamako-Dakar par le Sud permettra d'accroître de 15,2 % le taux de rentabilité économique dans la région le long de l'axe routier.

#### 1.4 Tendence de l'aide des autres donateurs

En raison du manque chronique de ressources financières, les nouvelles constructions et les projets de remise en état de grande envergure dépendent des aides étrangères. Le Tableau 1.4-1 représente la tendance des aides pour les projets d'aménagement routier dans le Corridor du Nord qui est un Corridor international lié au présent projet. En outre, la tendance des aides pour les projets d'aménagement routier dans le Corridor Sud lié très étroitement au présent

projet vérifiées lors de la mission d'explication de la synthèse de la conception de base et les détails de la progression sont indiqués au Tableau 1.4-2 (projets du côté sénégalais) et au Tableau 1.4-3 (projets du côté malien).

Tableau 1.4-1 Tendances des aides pour les projets d'aménagement routier dans le Corridor du Nord

Pays/organisme donateur	Section	Année d'achèvement	Montant (million d'Euro)	Remboursable/Non remboursable	Aperçu
Sénégal					
Taiwan	Tambacounda à Kidira	Achévé	—	Non remboursable	Longueur : 180km
Italie	Pont de Kidira (pont frontalier)	1990	—	Non remboursable	Longueur du pont : 193,8m Pont à poutres d'acier à 8 travées
Mali					
UE	Kidira à Kayes	Achévé (2005)	18,7	Non remboursable	Longueur : 97km
UE	Kayes à Sandaré	Achévé (2004)	23,7	Non remboursable	Longueur : 140km
UE	Sandaré à Diéma	Achévé (2004)	20,2	Non remboursable	Longueur : 135km
UE	Diéma à Didieni	Achèvement prévu en 2007	20,0	Non remboursable	Longueur : 175km
UE	Didieni à Kati	Achévé (2003)	20,8	Non remboursable	Longueur : 165km

Source : Documents AATR et DNR

Tableau 1.4-2 Tendances de l'aide pour les projets d'aménagement routier dans le Corridor du Sud du côté sénégalais et situation des progrès

Section		<b>LOT 1</b> Kedougou à Saraya	<b>LOT 2</b> Saraya (PK.0km) à PK.30km	<b>LOT 3</b> PK.30km à Falémé (PK.51.3km)
Longueur de la section		L=61,0km	L=30,0km	L=21,3km
Contenu/détail des travaux		<u>Réhabilitation (revêtement)</u> • Voie : 7,0m • Accotement : 1,5m (simple traitement) • Largeur de la route : 10,0m • Revêtement : 5cm de béton asphaltique	<u>Nouvelle construction de route</u> • Voie : 7,0m • Accotement : 1,5m (double traitement) • Largeur de la route : 10,0m • Revêtement : double traitement	<u>Nouvelle construction de route</u> • Voie : 7,0m • Accotement : 1,5m (SBST) • Largeur de la route : 10,0m • Revêtement : double traitement
Coût des travaux		12,64 milliards de francs CFA (2,72 milliards de yens)	6,82 milliards de francs CFA (1,27 milliards de yens)	4,42 milliards de francs CFA (950 millions de yens)
Financement		(LOT1 et LOT2) FAD : 5,57 milliards de francs CFA BAD : 5,0 milliards de francs CFA JBIC : 4,61 milliards de francs CFA Gouvernement sénégalais : 1,88 milliards de francs CFA Total 17,06 milliards de francs CFA	BID : 5,5 milliards de francs CFA Gouvernement sénégalais : 1,32 milliards de francs CFA	Inclu dans le LOT 1
Plan de mise en oeuvre	Appel d'offres	Prévu le 19 /12/ 06	Prévu le 21 septembre 2006	Prévu le 19 /12/ 06
	Contrat	Prévu mi-mars 2007	Prévu mi-décembre 2006	Prévu mi-mars 2007
	Travaux de construction	Durée des travaux : 24 mois Mi-mars 2007 à Mi-mars 2009	Durée des travaux : 12 mois Mi-décembre 2006 à Mi-décembre 2007	Durée des travaux : 24 mois Mi-mars 2007 à Mi-mars 2009

Source : Documents AATR

Tableau 1.4-3 Tendence de l'aide pour les projets d'aménagement routier dans le Corridor du Sud du côté malien et situation des progrès

Section	<b>LOT 1</b> Falémé à Bafing	<b>LOT 2</b> Bafing à Sekokoto		<b>LOT 3</b> Sekokoto à Kita	<b>LOT 4</b> Kita à Kati
Longueur de la section	L=156,0km	L=71,7km		L=38,0km (Y compris le pont de Bakoy)	L=162,0km
Contenu des travaux	<u>Nouvelle construction de route</u> • Voie : 7,0m • Accotement : 1,5m • Largeur de la route : 10,0 m • Revêtement : double traitement	<u>Nouvelle construction de route</u> • Voie : 7,0m • Accotement : 1,5m • Largeur de la route : 10,0m • Revêtement : double traitement		<u>Nouvelle construction de route</u> • Voie : 7,0m • Accotement : 1,5m • Largeur de la route : 10,0m • Revêtement : double traitement	<u>Nouvelle construction de route</u> • Voie : 7,0m • Accotement : 1,5m • Largeur de la route : 10,0m • Revêtement : double traitement
		Bafing à Balé (29,7km)	Balé à Sekokoto (34,0km)		
Coût des travaux	36,303 milliards de francs CFA (7,84 milliards de yens)	6,9 milliards de francs CFA (1,49 milliards de yens)	7,90milliards de francs CFA (1,7 milliards de yens)	6,82 milliards de francs CFA (1,47 milliards de yens)	13 milliards de franc CFA (2,8 milliards de yens)
Financement	(LOT1 et LOT2) FAD : 39,103 milliards de francs CFA BAD : 7 milliards de francs CFA Gouvernement malien : 5 milliards de francs CFA Total : 51,103 milliards de francs CFA			BID : 5,5 milliards de francs CFA Gouvernement : 1,32 milliards de francs CFA	UE : 8,5 milliards de francs CFA KFW : 4 milliards de francs CFA Gouvernement : 500 millions de francs CFA
Plan de mise en oeuvre	Appel d'offres	5 décembre 2006		Mai 2006	Juillet 2004
	Contrat	Prévu en mars 2007(ou avril)		6 septembre 2006	Juin 2005
	Travaux de construction	Durée des travaux : 30 mois Prévu mars 2007 à Août 2009	Durée des travaux : 24 mois Prévu mars à Février 2009		Durée des travaux : 24 mois* Octobre 2005 à Septembre 2007

Source : Documents DNR



## **Chapitre 2**

### **Contenu du Projet**

## Chapitre 2 Contenu du Projet

### 2.1 Aperçu du Projet

#### (1) Objectifs prioritaires et objectifs du Projet

Le Mali a établi un Cadre stratégique de lutte contre la pauvreté (CSLP), en tant que politique de développement à moyen terme (2002-2006), et met en avant la promotion des activités industrielles et l'aménagement d'infrastructures économiques comme l'une des stratégies de base pour la réduction de la pauvreté. Par conséquent, il aborde un programme de développement régional équilibré et l'aménagement d'infrastructures, et souligne le renforcement du secteur des routes et du transport, le renforcement de l'accès aux services sociaux et aux marchés ainsi que l'amélioration du milieu de vie dans les régions pauvres. En outre, dans le secteur du transport, le Projet d'amélioration des couloirs routiers (2004-2007) a été établi, et son objectif premier est l'aménagement d'un réseau routier international, y compris l'aménagement des routes du Corridor du Sud.

Le Sénégal a établi un CSLP triennal (2003-2005) dont les piliers pour la réduction de la pauvreté sont : l'avancement du secteur industriel et la promotion des investissements pour stimuler la croissance économique, l'expansion des services sociaux de base et l'amélioration du milieu de vie des personnes socialement faibles ; et il souligne la formation d'un marché agricole et d'un système de transport efficaces en tant que mesures concrètes dans ce but. En outre, dans le secteur du transport, le Programme sectoriel des transports II (PST 2) (2001-2006) a été élaboré, et l'aménagement routier, ferroviaire, portuaire / aéroportuaire, et des voies rurales y est cité comme l'une des questions primordiales.

En outre, au sein de l'Union Economique et Monétaire Ouest Africaine (UEMOA) qui rassemble huit pays d'Afrique de l'Ouest dont le Mali et le Sénégal, il est indispensable d'aménager au-delà des frontières des infrastructures qui facilitent le transport afin de dynamiser l'économie et de réduire la pauvreté dans toute la région. Et, au Mali, au Sénégal et dans l'UEMOA, le Programme d'Aménagement Routier et de Facilitation du Transport sur le Corridor Bamako-Dakar par le Sud, le long duquel se trouvent les ponts qui font l'objet du présent projet, est classé parmi les projets les plus importants. Par ailleurs, ce programme est également l'un des projets prioritaires dans les deux pays, en tant que Plan d'Action à Court Terme du (STAP) pour les infrastructures permettant la réalisation des mesures d'intégration régionale au sein du Nouveau Partenariat pour le Développement de l'Afrique (NEPAD).

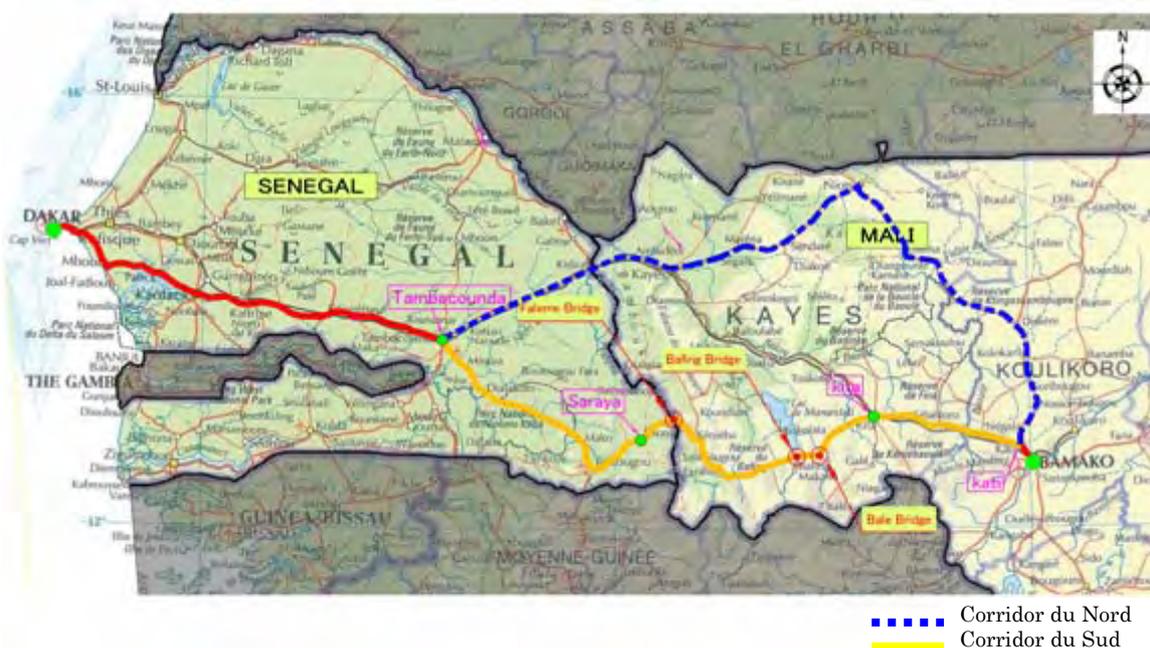


Schéma 2.1-1 Carte des corridors au Sénégal et au Mali

Par rapport à la région longeant le Corridor du Nord dans laquelle existait déjà par le passé un itinéraire routier, la région que traverse le Corridor du Sud, une zone montagneuse au passage difficile où coulent des fleuves non aménagés, n'est pas dotée de réseaux routiers. En outre, pendant la période des hautes eaux (le fleuve de Falémé : de juin à décembre, le fleuve de Bafing : toute l'année (en raison du barrage en aval), le fleuve de Balé : de juillet à octobre), la circulation étant bloquée, les résidents des villages dans les alentours des ponts faisant l'objet du présent projet traversent les fleuves en pirogue, ce qui rend difficile l'accès aux infrastructures sociales, tel que le transport des malades, les déplacements des enfants vers les écoles.

Cependant, cette région recèle de mines d'or actuellement en cours de développement en tant que ressources minérales, de parcs nationaux en tant que ressources touristiques, et, en outre, celle-ci dispose d'un fort potentiel agricole en raison des sols fertiles et des ressources hydrauliques abondantes. Par conséquent, l'aménagement du Corridor du Sud permettra d'augmenter la production agricole grâce à une utilisation efficace de la superficie cultivable, dont seulement 1/5 est exploité en raison du problème d'accès, d'escompter un développement économique déclenché par les ressources régionales que représentent les ressources minérales et touristiques ainsi que de réduire les coûts des transports grâce à une réduction des frais de transport et d'entretien à la suite de l'aménagement d'une route revêtue. En outre, avec comme toile de fond l'aménagement routier, des programmes, dont une campagne de sensibilisation contre le SIDA et un projet de construction de puits visant à assurer l'approvisionnement en eau potable, sont prévus par le biais d'aides d'autres donateurs.

Dans ces circonstances, le Mali et le Sénégal ont déposé une requête d'aide auprès d'autres donateurs pour l'aménagement du réseau routier dans le Corridor du Sud ainsi qu'auprès du gouvernement japonais pour la construction de six (6) ponts dans ce Corridor du Sud.

En ce qui concerne l'aménagement du Corridor du Sud, après le démarrage des travaux du tronçon Kati-Kita en 2005, en janvier 2006 des aides financières d'organismes internationaux ont été annoncées les unes après les autres, et l'aménagement de tout le Corridor du Sud commence vraiment. Pour ce qui est du présent projet, parmi les six (6) ponts faisant l'objet de la requête - à l'exception de trois (3) ponts, tels que des ponceaux et autres qui seront aménagés par d'autres donateurs dans le cadre du projet de l'aménagement routier - l'aménagement de trois (3) ponts, à savoir le pont de Falamé, le pont de Bafing, et le pont de Balé, a pour objectif d'assurer une circulation fluide toute l'année dans la région du Corridor du Sud, et de dynamiser l'économie des deux pays, de réduire la pauvreté et d'améliorer l'accès aux services sociaux pour les résidents le long de la route. En outre, le présent projet contribuera à la revitalisation de l'économie et à la promotion de l'intégration économique en Afrique de l'Ouest.

Objectifs prioritaires : Vitalisation socio-économique du Mali et du Sénégal, amélioration du niveau de vie et promotion de l'intégration économique

Priorités du Projet : Assurer un réseau routier de transport terrestre et encourager les échanges matériels et humains.

## (2) Aperçu du Projet

En ce qui concerne le présent projet, une aide financière non remboursable du Japon ainsi que les recommandations nécessaires pour une gestion et une maintenance efficaces de l'ensemble du projet seront mises en oeuvre afin d'atteindre les objectifs indiqués ci-dessus. Ainsi, l'acquisition d'un système de transport terrestre et la promotion des échanges commerciaux et humains, qui font partie des objectifs du projet, sont escomptées. Le projet faisant l'objet de la coopération consiste en la construction du pont de Falémé (pont frontalier), du pont de Bafing et du pont de Balé situés sur des routes faisant partie du Projet d'Aménagement Routier et de Facilitation du Transport sur le Corridor Bamako-Dakar par le Sud (longueur totale de 532,0 km (112,3 km au Sénégal et 419,7 km au Mali)).

## 2.2 Concept de base du projet faisant l'objet de la coopération

### 2.2.1 Principe de conception

#### (1) Envergure du projet de coopération

Les ponts et le principal contenu ciblés par le présent projet de coopération sont indiqués ci-après.

Le présent projet consiste en la construction des ponts figurant ci-dessous qui sont situés sur des routes faisant partie du Projet d'Aménagement Routier et de Facilitation du Transport sur le Corridor Bamako-Dakar par le Sud (ci-après désigné par le « projet d'aménagement routier »).

- Pont de Falémé (pont frontalier entre le Mali et le Sénégal) : Nouvelle construction (Longueur : 274,3 m)  
(Voie d'accès : rive gauche 15,20 m, rive droite 15,50 m)
- Pont de Bafing (Mali) : Nouvelle construction (Longueur : 237,8 m)  
(Voie d'accès : rive gauche 113,25 m, rive droite 173,95 m)
- Pont de Balé (Mali) : Nouvelle construction (Longueur : 110,15 m)  
(Voie d'accès : rive gauche 16,10 m, rive droite 13,55 m)

#### (2) Normes des ponts

Etant donné que les ponts cibles du projet sont des ponts faisant partie du Projet d'Aménagement Routier et de Facilitation du Transport sur le Corridor Bamako-Dakar par le Sud, qui est actuellement en cours de réalisation, les normes de conception suivantes seront établies sur la base des conclusions des concertations avec les pays interlocuteurs, prenant en considération les normes des ponts existants et prévus dans le projet d'aménagement routier en question.

- Charge de calcul : pour la charge mobile, les normes françaises (normes du ministère des Transports – 1971) seront appliquées.
- Vitesse de base : (pont de Bafing et pont de Balé) elle sera de 80 km/h  
(pont de Falémé), sur la base du plan de construction du pont frontalier de Falémé d'après le plan des installations frontalières du Projet d'Aménagement Routier et de Facilitation du Transport sur le Corridor Bamako-Dakar par le Sud, étant donné que la courbe en plan est petite, la vitesse de projet sera de 40 km/h.
- Nombre de voies de circulation : deux voies (l'étude du nombre de voies figure dans le

plan de base.)

- Largeur des voies de circulation :  $3,5 \text{ m} \times 2 = 7,0 \text{ m}$
- Bande de guidage : 0,25 m
- Trottoir : Pont de Falémé ..... 1,50 m de chaque côté  
Pont de Bafing et pont de Balé ..... 1,25 m de chaque côté

### (3) Principes des approches vis-à-vis des conditions naturelles

Les conditions climatiques sont utilisées pour établir le plan d'exécution et estimer la vitesse, le débit fluvial et la profondeur de l'affouillement en période de crues de chacun des fleuves. Les conditions fluviales servent à estimer la nécessité ou non d'avoir recours à un revêtement des rives, l'étendue de ce revêtement le cas échéant, la profondeur de l'affouillement, à établir le plan de l'emplacement des culées et à déterminer la hauteur des ponts. Les conditions topographiques et géologiques sont utilisées pour prévoir l'emplacement des ponts (longueur des ponts) et l'emplacement des culées, estimer la profondeur de la couche de support et la force portante des fondations des ponts, sélectionner le type de fondations et pour établir le plan d'exécution. En outre, la sismicité est prise en considération pour sélectionner le type de pont et pour déterminer l'étendue des substructures et des fondations.

En ce qui concerne le niveau des plus hautes eaux de projet, le niveau des plus hautes eaux pour chacun des ponts est examiné en fonction de l'étude hydrologique qui a été réalisée dans le cadre de la présente étude sur la base de l'analyse hydrologique effectuée dans le cadre du projet d'aménagement routier.

#### 1) Années de probabilité d'inondation de projet et hauteur libre (tirant d'air) des ponts

- Années de probabilité d'inondation de projet : 100 ans (suivant le projet d'aménagement routier)
- Hauteur libre des ponts : Elle est fixée à 1,5 m minimum, prenant en considération le bois flottant (suivant le projet d'aménagement routier). Toutefois, en ce qui concerne le pont de Bafing, étant donné qu'un couloir de navigation est prévu, une hauteur libre de 4,0 m sera prévue par rapport au niveau des hautes eaux pour une année moyenne.

#### 2) Travée minimale

Sachant qu'il n'existe ni au Mali ni au Sénégal de normes concernant la travée minimale, celle-ci sera déterminée adéquatement par rapport au débit fluvial, prenant en considération l'ordonnance des structures fluviales au Japon.

Travée minimale (L)  $\geq 20,0 \text{ m} + 0,005 \times Q \text{ (m}^3/\text{s)}$  Q = débit fluvial de projet

#### (4) Normes de conformité et conditions de conception

Les normes de conformité figurant ci-dessous seront respectées. La composition de la largeur des routes, la largeur des voies de circulation et les facteurs du tracé routier seront conformes au projet d'aménagement routier sur le Corridor du Sud.

- Charge mobile : conforme aux normes françaises (édition de 1971)  
(Ces normes sont appliquées pour les charges mobiles au Mali et au Sénégal.)
- Conception des revêtements : conforme aux normes AASHTO (édition de 1993)  
(Identiques aux normes françaises appliquées au Mali et au Sénégal)
- Superstructures et substructures : spécifications japonaises des ponts routiers (édition de 2002)  
(En ce qui concerne les normes de conception, les spécifications japonaises des ponts routiers ont été appliquées. En outre, elles ont été vérifiées en utilisant les charges mobiles des normes françaises.)

Les principales conditions de conception seront les suivantes.

##### 1) Charge de calcul

- Charge mobile : charge par essieu 12 t
- Variations de température : 13,9°C à 41,6°C (sur la base des données des températures sur une période de 50 années d'après les observations météorologiques enregistrées à Kéniéba)
- Séismicité horizontale de projet : 0,05 (Bien qu'il ne se produise pas de tremblements de terre au Mali et au Sénégal, une charge latérale sera établie prenant en considération la séismicité minimale des normes AASHTO.)

##### 2) Résistance de base

- Béton

Poutres en béton précontraint  $\sigma_{ck} = 36 \text{ N/mm}^2$

Dalles en béton armé  $\sigma_{ck} = 24 \text{ N/mm}^2$

Dalles de poutre en acier  $\sigma_{ck} = 24 \text{ N/mm}^2$

Culées, piliers  $\sigma_{ck} = 24 \text{ N/mm}^2$

- Acier

Acier de précontrainte  $1,600 \text{ N/mm}^2$

Poutres en acier (SS400, SM400, SM490)

Armatures en acier  $\sigma_a = 180 \text{ N/mm}^2$  (SD295A)

(5) Principes des considérations environnementales et sociales

L'évaluation des impacts environnementaux liés au Projet d'Aménagement Routier et de Facilitation du Transport sur le Corridor Bamako-Dakar par le Sud a été réalisée en novembre 2002 par le biais de l'aide de la Banque islamique de développement (BID), et l'étude supplémentaire y afférente a été mise en oeuvre par l'UEMOA en 2005.

Les points des considérations environnementales et sociales découlant de l'étude susmentionnée liés au présent projet sont les suivants :

- Dégagement de poussières et particules lors de la construction
- Survenance de bruits et de vibrations lors de la construction
- Ecoulements de polluants (écoulements d'huile et autres produits)
- Coulées de boues, pollution des cours d'eau, etc.
- Interruption de la circulation ordinaire
- Mesures concernant les fouilles d'emprunt et les carrières
- Mesures contre le VIH /SIDA

Par ailleurs, il a été vérifié sur la base des résultats de l'étude sur le terrain et d'une analyse réalisée dans les pays que le présent projet n'occasionnera pas de déplacements des populations.

S'appuyant sur les considérations environnementales et sociales du projet précitées, lors de la planification, la conception et la construction, une attention particulière sera apportée aux points énumérés ci-dessous afin de limiter au minimum les impacts environnementaux et sociaux.

- Des mesures contre l'émission poussières et particules, telles que des aspersions d'eau, seront mises en oeuvre.
- Lorsqu'il y a des habitations dans les alentours, des méthodes de construction permettant de réduire autant que possible le bruit et les vibrations seront utilisées.
- Des mesures adéquates de protection contre les écoulements de polluants, la pollution des sols et des cours d'eau ainsi que contre les coulées de boues seront mises en oeuvre. En outre, les déchets provenant des travaux seront traités de manière appropriée.
- Des activités de sensibilisation concernant la sécurité des engins de chantier seront mises en oeuvre, et une attention particulière sera accordée aux traversées des bateaux navettes.
- L'emplacement des fouilles d'emprunt sera sélectionné de manière à minimiser les impacts sur l'environnement après avoir vérifié la situation des zones environnantes. En ce qui concerne les carrières, dans toute la mesure du possible des carrières existantes

seront utilisées, et l'extraction de cailloux dans de nouveaux endroits sera évitée. En outre, dans le cas où des emplacements d'extraction seraient désignés aux fins uniques du présent projet, ils seront remis dans leur état original.

- Des activités de sensibilisation concernant la sécurité du travail et l'hygiène s'adressant aux ouvriers recrutés dans le cadre du présent projet seront mises en oeuvre.

(6) Principes liés à l'emploi d'entrepreneurs locaux

Dans le cadre des projets d'aménagement routier en cours d'exécution par le biais d'autres donateurs, des techniciens locaux sont employés à travers les contrats conclus par projet. Dans le cas où le présent projet serait mis en oeuvre, l'emploi de techniciens locaux sera également jugé possible.

Les entrepreneurs locaux maliens et sénégalais capables de réaliser des travaux constructions de routes et de ponts comparativement de grande envergure sont principalement des entreprises établies par des capitaux français ou anciennement français. Par ailleurs, les travaux de construction de ponts en béton précontraint à multiples travées, similaires à ceux du présent projet sont quasiment inexistantes, et donc, les entreprises possédant l'expérience requise par le présent projet sont très peu nombreuses. Par conséquent, la structure de mise en oeuvre des travaux de construction dans le cadre du présent projet sera un système de gestion directe par un entrepreneur japonais, et, en ce qui concerne la participation d'entrepreneurs locaux à ces travaux, une entité d'exécution des tâches est jugée pertinente..

(7) Principes concernant les capacités de gestion et de maintenance des organismes d'exécution

Pour ce qui est de la gestion et de la maintenance du pont de Falémé (pont frontalier), la coordination entre les organismes d'exécution des deux pays, à savoir l'AATR pour le Sénégal et la DNR pour le Mali, sera assurée par le « Comité de gestion du projet », qui a été établi conjointement par les deux pays dans le cadre du présent projet. En ce qui concerne la gestion et la maintenance du pont de Bafing et du pont de Balé au Mali, celles-ci seront assurées par la DNR du Mali, l'organisme d'exécution de ce Projet.

Actuellement, la maintenance des routes et des ponts se trouvant dans les deux pays est sous-traitée à des entreprises privées. Les entreprises privées qui sont sélectionnées sont des entrepreneurs locaux ayant une expérience dans les travaux de construction de ponts. Toutefois, les contrôles quotidiens sont effectués sous la responsabilité des organismes d'exécution.

Pour ce qui est des capacités de maintenance, il est jugé que ces entreprises privées sont suffisamment capables de faire les réparations ordinaires des ponts, mais en ce qui concerne les inspections quotidiennes, des insuffisances pouvant être observées en matière de gestion de

ces travaux, une structure permettant la maintenance facile sera adoptée.

(8) Principes concernant l'exécution des tâches

Le présent projet sera réalisé sur le tracé de routes faisant partie du Projet d'Aménagement Routier et de Facilitation du Transport sur le Corridor Bamako-Dakar par le Sud dont l'exécution par le biais d'autres donateurs est actuellement en cours. Dans le cadre de l'exécution du présent projet, il sera indispensable d'assurer une voie d'accès pour les travaux vers chacun des sites des ponts, mais actuellement les voies d'accès aux sites, à l'exception d'un segment, ne sont pas dans un état permettant d'assurer une circulation ordinaire. Les organismes d'exécution des deux pays ont soumis une proposition dans laquelle il est indiqué qu'ils assureront le plus tôt possible, à leur charge, les voies d'accès pour les travaux nécessaires pour commencer le présent projet.

En cas de la mise en oeuvre du présent projet, le calendrier d'exécution des travaux est envisagé sur la base de la proposition de démarrage précoce présentée par les deux pays. Toutefois, en ce qui concerne la période à laquelle les voies pour les travaux seront assurées, un risque de retard par rapport à la période proposée subsiste, et il sera nécessaire de vérifier la période de mise en oeuvre des tâches du présent projet en surveillant la situation de l'aménagement du tronçon routier.

(9) Principes concernant les techniques de construction

L'emploi des techniques et méthodes de construction largement répandues actuellement au Japon et dans le monde permet d'assurer des ouvrages de haute qualité. En outre, les essais des matériaux ainsi que les procédures et les normes des inspections des progrès des travaux nécessaires à la garantie de la qualité sont clairement indiqués dans les documents de conception et les spécifications. En particulier, étant donné que, dans les environs de chacun des sites, il est très difficile de s'approvisionner en agrégats permettant d'obtenir un béton de bonne qualité, un plan d'approvisionnement permettant d'assurer la qualité requise sera élaborée. En outre, un plan de construction permettant la réalisation des travaux tout en apportant une attention particulière à la sécurité des populations à proximité des sites et à celle des ouvriers, ainsi qu'à l'environnement, sera établi.

(10) Principes concernant la sélection du type des ponts

Le type de pont adéquat sera sélectionné après une évaluation globale de différents facteurs tels que l'efficacité économique, le niveau de difficulté de la construction, le degré de facilité de maintenance, les impacts sur l'environnement, le tracé en plan, le profil en long, la durabilité et autres facteurs pertinents.

- Efficacité économique : afin d'accroître le rapport coût / efficacité, les coûts de construction des ponts et les coûts des réparations seront aussi bas que possible.
- Niveau de difficulté de la construction : construction simple et réalisable en toute sécurité.
- Maintenance : la maintenance sera facile et peu onéreuse. De ce point de vue, il est souhaitable que les superstructures soient en béton, matériau qui fondamentalement ne nécessite pas d'entretien.
- Impacts sur l'environnement : prenant en considération les populations dans les alentours des sites de construction, les décharges de poussières et de particules, le bruit et les vibrations, ainsi que les impacts négatifs sur le milieu naturel seront minimisés.
- Tracé : le tracé en plan et le profil en long ont été déjà définis dans le projet de l'aménagement routier, et, en principe, ces tracés seront respectés.
- Durabilité : la durabilité devra être satisfaisante. Elle sera d'autant plus importante que les ouvrages de revêtement des rives se détériorent facilement.

(11) Principes concernant l'établissement du calendrier des travaux.

Le calendrier des travaux sera établi conformément au système de l'aide financière non remboursable du Japon. Etant donné que le présent projet consiste en la construction de ponts, lors de la fixation du calendrier des travaux surtout en ce qui concerne le démarrage des travaux, ce calendrier sera élaboré de manière à ce que les travaux des substructures à réaliser à la première étape suivant la nature des travaux, puissent être effectués à une période où le niveau des eaux est bas.

Toutefois, en ce qui concerne la construction du pont de Bafing, le fleuve au-dessus duquel sera construit le pont subissant l'impact du barrage de Manantali en aval, la période des basses eaux est très courte. Par conséquent, lors de la construction des substructures, les travaux devant être réalisés en eau profonde, leur réalisation n'est pas limitée à la période de démarrage.

En outre, la construction du pont de Bafing dépendra de l'achèvement de la construction du pont de Balé, sur le fleuve du même nom, qui fait également l'objet du présent projet. En effet, afin d'assurer la circulation sans à-coup et en toute sécurité vers le pont de Bafing, sa construction démarrera après l'achèvement de la construction du pont de Balé.

## 2.2.2 Plan de base

### 2.2.2.1 Analyse hydraulique (examen de la coupe transversale de projet du fleuve)

La coupe transversale du fleuve a été planifiée afin que le volume des eaux écoulées de crue soit  $\leq$  (inférieur ou égal) au débit des hautes eaux de projet, après avoir comparé le débit des hautes eaux de projet au volume des eaux écoulées de crue obtenu à partir du volume des précipitations de chacun des cours d'eau.

#### (1) Analyse du volume des eaux écoulées de crue

Les données des stations d'observation des précipitations à proximité de chacun des ponts recueillies sur une période de 50 années sont utilisées. (Pour le pont de Falémé, la station d'observation de Kéniéba, pour le pont de Bafing et de Balé, la station d'observation de Kita.)

Les volumes des précipitations de projet (probabilité sur une période de 100 ans) des deux stations d'observation provenant des données d'observation sont les suivants :

Station d'observation	Volume des précipitations de projet (mm/jour)	Pont concerné
Kéniéba	169	Pont de Falémé
Kita	129	Pont de Bafing et Pont de Balé

En outre, le volume des précipitations de projet (probabilité sur une période de 100 ans) a été déterminé sur « le calcul de la probabilité de dépassement des précipitations » indiquées ci-dessous.

Il faut tout d'abord obtenir le volume des eaux écoulées de crue pour chacun des cours d'eau. Celui-ci est obtenu en ayant recours à un calcul par formule (méthode rationnelle).

$$Q = 0,2778 f \cdot r_t \cdot a \text{ (m}^3/\text{sec)}$$

Q : Débit maximal parmi les débits variant dans le temps (m<sup>3</sup>/sec)

r<sub>t</sub> : Volume des précipitations/heure dans le bassin versant (mm/h)

a : Superficie du bassin versant (km<sup>2</sup>)

f : Coefficient d'écoulement

Pour le pont de Falémé, obtention de r<sub>t</sub> (volume des précipitations à l'heure dans le bassin versant).

Tout d'abord, obtention de la vitesse d'arrivée de crue  $v_1$ .

$$v_1 = 72 \times (h/L)^{0,6} = 72 \times (0,817/262)^{0,6} = 2,26 \text{ (km/h)}$$

Le temps d'arrivée de crue  $T_a$  est  $T_a = L/v_1 = 262,0/2,26 = 115,9 \text{ (h)}$ .

Ensuite, obtention de l'intensité pluviale à partir du volume des précipitations journalières.

$$R_0 = 169/24 \text{ (heures)} = 7,04 \text{ (mm)}$$

$$r_t = R_0 \cdot (24/T_a)^{2/3} = 7,04 \times (24/115,9)^{2/3} = 2,46 \text{ (mm/h)}$$

Le calcul pour les deux autres ponts (pont de Bafing et pont de Balé) a recours à la même formule.

Les données des précipitations pour chacun des ponts obtenues avec le calcul susmentionné figurent au tableau suivant.

Nom du pont	Données des précipitations					
	Longueur du fleuve L (km)	Chute verticale h (m)	Vitesse d'arrivée de crue v (km/h)	Temps d'arrivée de crue $T_a$ (h)	Intensité pluviale $R_0$ (mm)	Intensité pluviale maximale $r_t$ (mm/h)
Pont de Falémé	270	410	1,47	183,7	7,04	1,81
Pont de Bafing	446	765	1,58	282,3	5,38	1,04
Pont de Balé	127	310	1,95	65,1	5,38	2,76

Le volume des eaux écoulées de crue est obtenu avec le calcul par formule (méthode rationnelle)

$$Q = 0,2778 f \cdot r_t \cdot a$$

Nom du pont	Donnée du volume des eaux écoulées			
	Coefficient d'écoulement	Superficie du bassin versant a (km <sup>2</sup> )	Intensité des précipitations à l'heure $r_a$ (mm/h)	Volume des eaux écoulées Q (m <sup>3</sup> /s)
Pont de Falémé	0,30	14080	1,81	2020
Pont de Bafing	0,35	27550	1,04	2790
Pont de Balé	0,35	2360	2,76	630

(2) Calcul du débit des hautes eaux de projet

Tout d'abord, les données concernant chacun des fleuves sont organisées.

Nom du pont	Longueur du fleuve (km)	Chute verticale (m)	Déclivité du fleuve (%)	Section mouillée au niveau du pont (m <sup>2</sup> )	Périmètre mouillé au niveau du pont (m)
Pont de Falémé	270,0	410,0	0,152	1563	282
Pont de Bafing	446,0	765,0	0,172	1670	240
Pont de Balé	127,0	310,0	0,244	534	146

En outre, en ce qui concerne la section mouillée du fleuve au niveau du pont, le niveau maximum des eaux a été déterminé suivant les propos recueillis auprès des habitants afin d'établir la coupe transversale du fleuve de projet.

Ensuite, la méthode suivante (formule de Manning) est utilisée pour obtenir le volume des précipitations de projet.

$$Q=A \cdot V=A \times 1/n \times R^{2/3} \times I^{1/2}$$

Q : Volume des hautes eaux de projet (m<sup>3</sup>/s)

V : Vitesse de l'eau (m<sup>2</sup>/s)

n : Coefficient de rugosité

R : Rayon hydraulique (=coupe transversale du fleuve A / périmètre mouillé) (m)

I : Déclivité du fleuve

Par conséquent, le calcul du volume du débit des hautes eaux de projet a été effectué en ayant recours à la formule de Manning.

Nom du pont	Données du volume du débit des crues de projet					
	Section mouillée du fleuve A (m <sup>2</sup> )	Coefficient de rugosité n	Rayon hydraulique R (m) (=A/périmètre mouillé P)	Déclivité du fleuve I( %)	Vitesse de l'eau V (m <sup>2</sup> /s)	Volume du débit des hautes eaux de projet Q (m <sup>3</sup> /s)
Pont de Falémé	1563	0,090	5,54	0,152	1,36	2080
Pont de Bafing	1670	0,090	6,96	0,172	1,68	2810
Pont de Balé	534	0,090	3,66	0,244	1,30	690

(3) Examen du volume des eaux écoulées de crue et du débit des hautes eaux de projet

Selon les résultats de l'examen, le débit de chacun des fleuves est le suivant.

Nom du pont	Volume des eaux écoulées de crue (m <sup>3</sup> /s)	Débit des hautes eaux de projet (m <sup>3</sup> /s)	Niveau des plus hautes eaux de projet (Altitude)
Pont de Falémé	2020	2080	97.830
Pont de Bafing	2790	2810	216.210
Pont de Balé	630	690	250.760

Pour tous les fleuves, le débit des hautes eaux de projet est supérieur au volume des eaux écoulées de crue, et la coupe transversale des fleuves peut assurer le débit de projet. Par conséquent, en ce qui concerne la coupe transversale des fleuves du plan dans le cadre du présent projet, aucun problème n'est prévu.

Relevé des précipitations et calcul de la probabilité de dépassement Kita (Donnée : 1951 ~ 2005)

① Classement	② Xi Volume des précipitations	③ logXi	④ Xi+b	⑤ log(Xi+b)	⑥ {log(Xi+b)}^2	Synthèse			
1	124.9	2.0966	68.1604	1.8335	3.3618	$\log X_o = \frac{\sum \log X_i}{n} = 1.87545$ $\therefore X_o = 75.0673$			
2	124.3	2.0945	67.5604	1.8297	3.3478				
3	109.1	2.0378	52.3604	1.7190	2.9550				
4	108.0	2.0334	51.2604	1.7098	2.9234				
5	98.1	1.9917	41.3604	1.6166	2.6133				
						Xs	Xt	b = $\frac{X_s \cdot X_t - X_o^2}{2X_o - (X_s + X_t)}$	
6	97.4	1.9886	40.6604	1.6092	2.5894	1	124.9	62.6	-58.440
7	92.3	1.9652	35.5604	1.5510	2.4055	2	124.3	62.7	-58.551
8	90.7	1.9576	33.9604	1.5310	2.3439	3	109.1	63.2	-56.846
9	90.5	1.9566	33.7604	1.5284	2.3360	4	108.0	63.5	-57.237
10	88.6	1.9474	31.8604	1.5033	2.2598	5	98.1	63.7	-52.623
11	83.0	1.9191	26.2604	1.4193	2.0144	Total			
12	82.4	1.9159	25.6604	1.4093	1.9860	-283.698			
13	81.8	1.9128	25.0604	1.3990	1.9572	Moyenne = b = -283.6981/5 = -56.73963			
14	81.7	1.9122	24.9604	1.3973	1.9523	10% de 55 données faisant 5,5, 5 paires de (Xs et Xt) sont appliqués.			
15	79.6	1.9009	22.8604	1.3591	1.8471	$\sqrt{2\sigma} = 0.40437$			
16	79.5	1.9004	22.7604	1.3572	1.8419	1/10	92.9092	mm	
17	78.6	1.8954	21.8604	1.3397	1.7947	1/20	102.683	mm	
18	78.4	1.8943	21.6604	1.3357	1.7840	1/30	108.774	mm	
19	77.1	1.8871	20.3604	1.3088	1.7129	1/40	113.279	mm	
20	76.8	1.8854	20.0604	1.3023	1.6961	1/50	116.889	mm	
21	76.5	1.8837	19.7604	1.2958	1.6791	1/100	129.103	mm	
22	76.2	1.8820	19.4604	1.2892	1.6619				
23	76.0	1.8808	19.2604	1.2847	1.6504				
24	74.7	1.8733	17.9604	1.2543	1.5733				
25	74.4	1.8716	17.6604	1.2470	1.5550				
26	74.3	1.8710	17.5604	1.2445	1.5489				
27	71.4	1.8537	14.6604	1.1661	1.3599				
28	70.2	1.8463	13.4604	1.1291	1.2748				
29	69.9	1.8445	13.1604	1.1193	1.2528				
30	69.6	1.8426	12.8604	1.1093	1.2304				
31	69.2	1.8401	12.4604	1.0955	1.2002				
32	68.6	1.8363	11.8604	1.0741	1.1537				
33	68.2	1.8338	11.4604	1.0592	1.1219				
34	68.2	1.8338	11.4604	1.0592	1.1219				
35	67.0	1.8261	10.2604	1.0112	1.0225				
36	67.0	1.8261	10.2604	1.0112	1.0225				
37	67.0	1.8261	10.2604	1.0112	1.0225				
38	66.8	1.8248	10.0604	1.0026	1.0052				
39	66.7	1.8241	9.9604	0.9983	0.9966				
40	66.2	1.8209	9.4604	0.9759	0.9524				
41	66.1	1.8202	9.3604	0.9713	0.9434				
42	66.0	1.8195	9.2604	0.9666	0.9344				
43	65.4	1.8156	8.6604	0.9375	0.8790				
44	65.2	1.8142	8.4604	0.9274	0.8601				
45	64.6	1.8102	7.8604	0.8954	0.8018				
46	64.3	1.8082	7.5604	0.8785	0.7718				
47	64.2	1.8075	7.4604	0.8728	0.7617				
48	64.0	1.8062	7.2604	0.8610	0.7413				
49	64.0	1.8062	7.2604	0.8610	0.7413				
50	64.0	1.8062	7.2604	0.8610	0.7413				
51	63.7	1.8041	6.9604	0.8426	0.7100				
52	63.5	1.8028	6.7604	0.8300	0.6889				
53	63.2	1.8007	6.4604	0.8103	0.6565				
54	62.7	1.7973	5.9604	0.7753	0.6010				
55	62.6	1.7966	5.8604	0.7679	0.5897				
Total	4,194.4	103.1498		65.5549	82.5502				

Relevé des précipitations et calcul de la probabilité de dépassement Kéniéba (Données : 1951~2003)

① Classement	② Xi Volume des pré cipitations	③ logXi	④ Xi+b	⑤ log(Xi+b)	⑥ {log(Xi+b)}^2	Synthèse																												
1	230.0	2.3617	181.2563	2.2583	5.0999	$\log X_0 = \frac{\sum \log X_i}{n} = 1.97215$ $\therefore X_0 = 93.7879$																												
2	189.7	2.2781	140.9563	2.1491	4.6186																													
3	128.9	2.1103	80.1563	1.9039	3.6250																													
4	128.6	2.1092	79.8563	1.9023	3.6188																													
5	122.3	2.0874	73.5563	1.8666	3.4843																													
						<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Xs</th> <th>Xt</th> <th>b = <math>\frac{X_s \cdot X_t - X_0^2}{2X_0 - (X_s + X_t)}</math></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>230.0</td> <td>73.0</td> <td>-69.256</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>189.7</td> <td>73.0</td> <td>-67.248</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>128.9</td> <td>73.1</td> <td>-43.428</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>128.6</td> <td>73.1</td> <td>-42.798</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>122.3</td> <td>73.3</td> <td>-20.988</td> </tr> <tr> <td colspan="3">Total</td> <td>-243.718</td> </tr> </tbody> </table>		Xs	Xt	b = $\frac{X_s \cdot X_t - X_0^2}{2X_0 - (X_s + X_t)}$	1	230.0	73.0	-69.256	2	189.7	73.0	-67.248	3	128.9	73.1	-43.428	4	128.6	73.1	-42.798	5	122.3	73.3	-20.988	Total			-243.718
	Xs	Xt	b = $\frac{X_s \cdot X_t - X_0^2}{2X_0 - (X_s + X_t)}$																															
1	230.0	73.0	-69.256																															
2	189.7	73.0	-67.248																															
3	128.9	73.1	-43.428																															
4	128.6	73.1	-42.798																															
5	122.3	73.3	-20.988																															
Total			-243.718																															
6	122.1	2.0867	73.3563	1.8654	3.4799	Moyenne = b = $-243.7183/5 = -48.74366$  10% de 51 données faisant 5,1, 5 paires de (Xs et Xt) sont appliqués.																												
7	121.4	2.0842	72.6563	1.8613	3.4643																													
8	114.7	2.0596	65.9563	1.8193	3.3097																													
9	114.3	2.0580	65.5563	1.8166	3.3001																													
10	112.1	2.0496	63.3563	1.8018	3.2464																													
11	111.4	2.0469	62.6563	1.7970	3.2291	$\sqrt{2\sigma} = 0.27086$  <table border="1"> <tbody> <tr> <td>1/10</td> <td>124.225 mm</td> </tr> <tr> <td>1/20</td> <td>137.341 mm</td> </tr> <tr> <td>1/30</td> <td>145.046 mm</td> </tr> <tr> <td>1/40</td> <td>150.554 mm</td> </tr> <tr> <td>1/50</td> <td>154.864 mm</td> </tr> <tr> <td>1/100</td> <td>168.854 mm</td> </tr> </tbody> </table>	1/10	124.225 mm	1/20	137.341 mm	1/30	145.046 mm	1/40	150.554 mm	1/50	154.864 mm	1/100	168.854 mm																
1/10	124.225 mm																																	
1/20	137.341 mm																																	
1/30	145.046 mm																																	
1/40	150.554 mm																																	
1/50	154.864 mm																																	
1/100	168.854 mm																																	
12	102.3	2.0099	53.5563	1.7288	2.9888																													
13	101.6	2.0069	52.8563	1.7231	2.9691																													
14	100.9	2.0039	52.1563	1.7173	2.9491																													
15	100.7	2.0030	51.9563	1.7156	2.9434																													
16	100.3	2.0013	51.5563	1.7123	2.9319																													
17	100.0	2.0000	51.2563	1.7097	2.9232																													
18	97.7	1.9899	48.9563	1.6898	2.8555																													
19	96.7	1.9854	47.9563	1.6808	2.8252																													
20	96.4	1.9841	47.6563	1.6781	2.8161																													
21	95.5	1.9800	46.7563	1.6698	2.7884																													
22	94.9	1.9773	46.1563	1.6642	2.7697																													
23	94.1	1.9736	45.3563	1.6566	2.7444																													
24	92.1	1.9643	43.3563	1.6371	2.6799																													
25	90.4	1.9562	41.6563	1.6197	2.6234																													
26	90.2	1.9552	41.4563	1.6176	2.6166																													
27	87.8	1.9435	39.0563	1.5917	2.5335																													
28	85.3	1.9309	36.5563	1.5630	2.4429																													
29	85.1	1.9299	36.3563	1.5606	2.4354																													
30	84.2	1.9253	35.4563	1.5497	2.4016																													
31	84.1	1.9248	35.3563	1.5485	2.3978																													
32	84.0	1.9243	35.2563	1.5472	2.3939																													
33	83.9	1.9238	35.1563	1.5460	2.3901																													
34	82.2	1.9149	33.4563	1.5245	2.3240																													
35	81.0	1.9085	32.2563	1.5086	2.2759																													
36	80.2	1.9042	31.4563	1.4977	2.2431																													
37	80.2	1.9042	31.4563	1.4977	2.2431																													
38	79.7	1.9015	30.9563	1.4907	2.2223																													
39	79.5	1.9004	30.7563	1.4879	2.2139																													
40	79.5	1.9004	30.7563	1.4879	2.2139																													
41	79.1	1.8982	30.3563	1.4822	2.1971																													
42	77.3	1.8882	28.5563	1.4557	2.1191																													
43	77.0	1.8865	28.2563	1.4511	2.1057																													
44	75.7	1.8791	26.9563	1.4307	2.0468																													
45	75.7	1.8791	26.9563	1.4307	2.0468																													
46	74.1	1.8698	25.3563	1.4041	1.9715																													
47	73.3	1.8651	24.5563	1.3902	1.9326																													
48	73.1	1.8639	24.3563	1.3866	1.9227																													
49	73.1	1.8639	24.3563	1.3866	1.9227																													
50	73.0	1.8633	24.2563	1.3848	1.9177																													
51	73.0	1.8633	24.2563	1.3848	1.9177																													
Total	4.930.4	100.5795		83.2516	137.7326																													
1/n	96.67	1.9721		1.63238	2.70064																													

(X<sub>0</sub>) (X<sup>2</sup>)

## **2.2.2.2 Etude du volume de la circulation et examen du nombre de voies sur les ponts**

### **2.2.2.2.1 Synthèse des résultats de l'étude de la circulation**

#### (1) Résultats du volume de la circulation

Dans le cas du Mali, une étude de volume de la circulation a été mise en oeuvre à différents emplacements, sur 10 points d'étude, pour permettre d'assimiler la situation actuelle de la circulation. (Se référer au Tableau 2.2.2.2-1)

En ce qui concerne le tronçon de Bamako à Kati (point d'étude No.1), l'estimation du volume de la circulation sur 24 heures a été réalisée sur le volume de la circulation d'une période de 12 heures, sur la base des observations du volume de la circulation sur une période de 24 heures. Pour ce qui est du Corridor du Sud, à l'exception du tronçon de Kati à Kita (point d'étude No. 5), le volume de la circulation sur une période de 24 heures a été estimée en multipliant par le facteur de conversion 1,1 utilisé dans le rapport de l'étude de préparation. D'après les informations recueillies auprès du consultant local qui a mis en oeuvre l'étude de volume de la circulation, au point de contrôle sur le tronçon entre Sandaré et Kayes (point d'étude No. 3) qui, pour des raisons de sécurité, est fermé à la circulation entre 18h00 et 6h00, la circulation y est permise qu'entre 6h00 et 18h00. Par conséquent, en ce qui concerne ce point d'étude, le volume de la circulation sur une période de 12 heures est celui utilisé pour le volume de la circulation sur une période de 24 heures. En ce qui concerne le point d'étude No.8, étant donné que l'étude a été réalisée aux environs de la bifurcation vers Tanbaga et Manantali, l'estimation a été effectuée à partir de la différence de la circulation des points d'étude 6 et 7. En outre, la sélection des points d'étude est identique à ceux de l'étude de préparation afin de permettre une comparaison.

Dans le cas du Sénégal, le volume de circulation de 2006 a été calculé à partir des données existantes du volume de la circulation de 2002. (Se référer au Tableau 2.2.2.2-2)

Tableau 2.2.2.2-1 Résultats de l'étude du volume de la circulation

(Unité : véhicule)

Point d'étude	N°	Jours	Volume de circulation sur une période de 12 heures								Volume de circulation sur une période de 24 heures (valeur estimée)						
			Piéton/bicyclette	Moto	Véhicule						Total (véhicules uniquement)	Véhicule					Total
					Léger	Moyen	Lourd		Léger	Moyen		Lourd					
							Voiture passagers /pickup	Petit camion					Grand camion	Camion remorque	Voiture passagers /pickup	Bus	
Bamako - Kati		semaine	434	2,763	1,283	628	182	26	74	2,193	(1,965)	(1,188)	(404)	(45)	(97)	(3,699)	
Point de contrôle Same	1	WE et jour férié	351	1,882	1,247	586	146	59	61	2,099	(1,431)	(873)	(93)	(108)	(76)	(2,581)	
Corridor du Nord	Kolokani - Didiéni	semaine	79	79	70	11	48	30	62	221	90	19	69	50	100	328	
		WE et jour férié	157	122	117	14	40	24	88	283	138	18	51	47	130	384	
	Sandaré - Kayes	semaine	343	512	240	151	3	28	70	492	240	151	3	28	70	492	
		WE et jour férié	336	434	294	180	49	81	150	754	294	180	49	81	150	754	
	Kayes - Kidira	semaine	121	224	123	35	8	10	184	360	249	67	8	20	233	577	
		WE et jour férié	175	344	230	57	11	17	263	578	295	64	11	18	311	699	
Corridor du Sud	Kati - Kita	semaine	246	78	18	18	1	11	0	48	32	37	3	20	0	92	
		WE et jour férié	87	33	43	26	0	10	0	79	48	44	0	17	0	109	
	Tambaga - Fleuve Bafing	semaine	588	311	21	18	18	13	4	74	(23)	(20)	(20)	(14)	(4)	(81)	
		WE et jour férié	592	312	21	26	31	15	3	96	(23)	(29)	(34)	(17)	(3)	(106)	
	Après la bifurcation vers Tambaga et Manantali	semaine	474	232	9	6	6	5	3	29	(10)	(7)	(7)	(6)	(3)	(33)	
		WE et jour férié	519	222	6	14	9	7	2	38	(7)	(15)	(10)	(8)	(2)	(42)	
	Tambaga - Fleuve Bafing	semaine	114	79	12	12	12	8	1	45	(13)	(13)	(13)	(8)	(1)	(48)	
		WE et jour férié	73	90	15	12	22	8	1	58	(16)	(14)	(24)	(9)	(1)	(64)	
	Vers Manantali	semaine	228	63	14	0	15	0	0	29	(15)	(0)	(17)	(0)	(0)	(32)	
		WE et jour férié	421	124	17	0	36	0	0	53	(19)	(0)	(40)	(0)	(0)	(59)	
Kéniéba - Fleuve Falémé	semaine	83	19	6	0	0	0	0	6	(7)	(0)	(0)	(0)	(0)	(7)		
	WE et jour férié	86	32	4	0	0	0	0	4	(4)	(0)	(0)	(0)	(0)	(4)		

Source : Mission d'étude de la JICA

■ Point d'étude auquel le volume de circulation a été observée sur une période de 24 heures (valeur observée)

Tableau 2.2.2.2-2 Données du volume de la circulation au Sénégal

Unité (véhicule/jour)

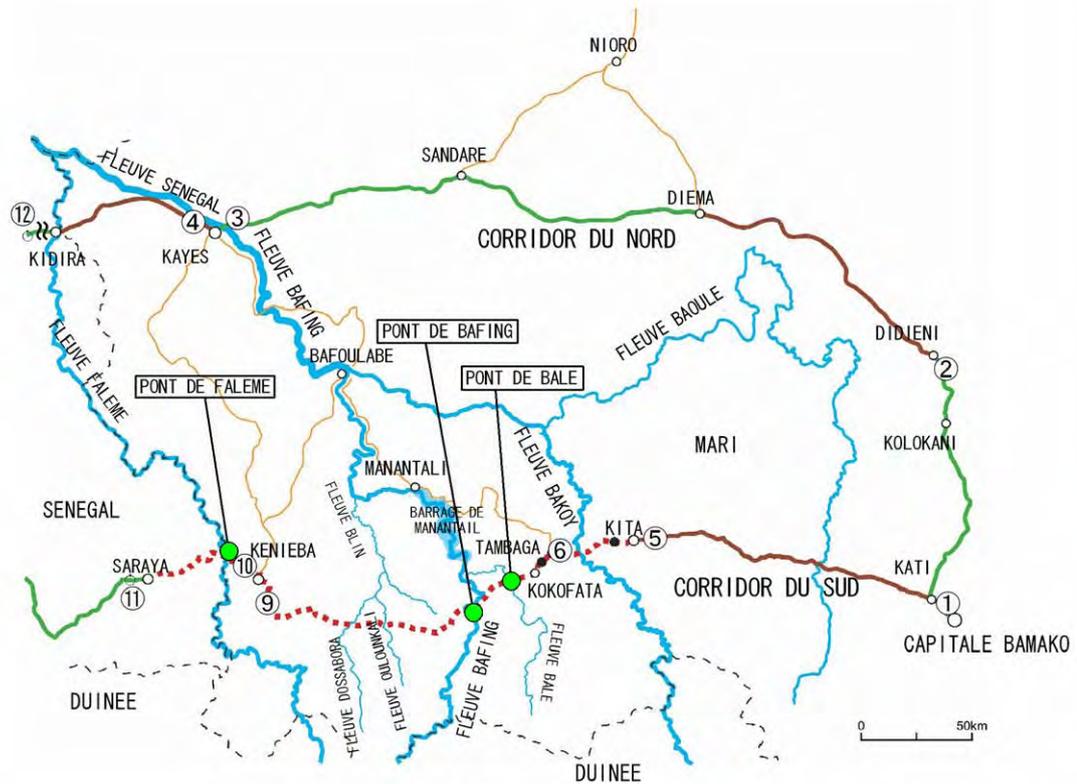
Point d'étude		2002					2006 (estimation)				
		Moto/Vélo	Véhicule				Moto/Vélo	Véhicule			
			Léger	Moyen	Lourd	Total (Véhicule uniquement)		Léger	Moyen	Lourd	Total (Véhicule uniquement)
Corridor du Nord	Tronçon entre Tambacounda et Kidira Côté est de Tambacounda	174	251	71	62	384	174	329	93	81	503
Corridor du Sud	Tronçon entre Kedougoy et Saraya Côté ouest de Saraya	160	30	2	3	35	160	39	3	4	46

(Remarque) Les données de 2002 proviennent du compte-rendu des résultats des observations de la « CAMPAGNE NATIONALE DE COMPTAGE DE TRAFIC SUR LE RESEAU DES ROUTES CLASSEES »

Les estimations pour 2006 ont été calculées sur ces résultats en utilisant le taux de croissance moyen annuel des véhicules au Sénégal de 7 %.

Les résultats du volume de la circulation figurent Schéma 2.2.2.2-1 et au Schéma 2.2.2.2-2.

Sur le tronçon entre Kolokani et Didiéni et sur le tronçon entre Sandaré et Kayes (points d'études No. 2 et No. 3) dans le Corridor du Nord, le volume de la circulation des voitures le samedi et le dimanche est plus élevé que pendant la semaine, le volume de la circulation des remorques en particulier est forte pendant le week-end. En ce qui concerne le tronçon entre le fleuve de Bafing et Kéniéba et le tronçon entre Kéniéba et Falémé (points d'étude No. 9 et No. 10) situés dans le Corridor du Sud, l'aménagement d'un segment de route était inachevé. En outre, étant donné que l'étude a eu lieu pendant la saison des pluies, que la surface de la route était dans un état extrêmement mauvais et il qu'il était impossible de traverser le fleuve, le volume de la circulation des voitures y était extrêmement faible.



No.	POINT D'ETUDE	VEHICULE		
		LEGER	MOYEN	LOURD
①	Volume de circulation sur 12 heures (semaine) (WEEK-END ET JOUR FERIE)	1.283	810	100
	Volume de circulation sur 24 heures (semaine) (WEEK-END ET JOUR FERIE)	1.247	732	120
	Volume de circulation sur 24 heures (semaine) (WEEK-END ET JOUR FERIE)	1.965	1.592	142
②	Volume de circulation sur 12 heures (semaine) (WEEK-END ET JOUR FERIE)	1.431	966	184
	Volume de circulation sur 12 heures (semaine) (WEEK-END ET JOUR FERIE)	70	58	92
	Volume de circulation sur 24 heures (semaine) (WEEK-END ET JOUR FERIE)	117	54	112
③	Volume de circulation sur 12 heures (semaine) (WEEK-END ET JOUR FERIE)	90	88	150
	Volume de circulation sur 12 heures (semaine) (WEEK-END ET JOUR FERIE)	138	69	177
	Volume de circulation sur 24 heures (semaine) (WEEK-END ET JOUR FERIE)	240	154	98
④	Volume de circulation sur 12 heures (semaine) (WEEK-END ET JOUR FERIE)	180	130	150
	Volume de circulation sur 24 heures (semaine) (WEEK-END ET JOUR FERIE)	240	154	98
	Volume de circulation sur 24 heures (semaine) (WEEK-END ET JOUR FERIE)	180	130	150
⑤	Volume de circulation sur 12 heures (semaine) (WEEK-END ET JOUR FERIE)	123	43	194
	Volume de circulation sur 12 heures (semaine) (WEEK-END ET JOUR FERIE)	230	68	280
	Volume de circulation sur 24 heures (semaine) (WEEK-END ET JOUR FERIE)	249	75	253
⑥	Volume de circulation sur 12 heures (semaine) (WEEK-END ET JOUR FERIE)	295	75	329
	Volume de circulation sur 12 heures (semaine) (WEEK-END ET JOUR FERIE)	18	19	11
	Volume de circulation sur 24 heures (semaine) (WEEK-END ET JOUR FERIE)	43	26	10
⑨	Volume de circulation sur 24 heures (semaine) (WEEK-END ET JOUR FERIE)	32	40	20
	Volume de circulation sur 12 heures (semaine) (WEEK-END ET JOUR FERIE)	48	44	17
	Volume de circulation sur 12 heures (semaine) (WEEK-END ET JOUR FERIE)	21	36	17
⑩	Volume de circulation sur 12 heures (semaine) (WEEK-END ET JOUR FERIE)	21	57	18
	Volume de circulation sur 24 heures (semaine) (WEEK-END ET JOUR FERIE)	23	40	18
	Volume de circulation sur 24 heures (semaine) (WEEK-END ET JOUR FERIE)	23	63	20
⑪	Volume de circulation sur 12 heures (semaine) (WEEK-END ET JOUR FERIE)	14	15	-
	Volume de circulation sur 12 heures (semaine) (WEEK-END ET JOUR FERIE)	17	36	10
	Volume de circulation sur 24 heures (semaine) (WEEK-END ET JOUR FERIE)	15	17	-
⑫	Volume de circulation sur 24 heures (semaine) (WEEK-END ET JOUR FERIE)	19	40	-
	Volume de circulation sur 12 heures (semaine) (WEEK-END ET JOUR FERIE)	6	-	-
	Volume de circulation sur 24 heures (semaine) (WEEK-END ET JOUR FERIE)	4	-	-
⑬	Volume de circulation sur 24 heures (semaine)	7	-	-
	Volume de circulation sur 24 heures (semaine)	4	-	-
	Volume de circulation sur 24 heures (semaine)	39	3	4
⑭	Volume de circulation sur 24 heures (semaine)	329	93	81

Schéma 2.2.2.2-1 Résultats de l'étude du volume de la circulation

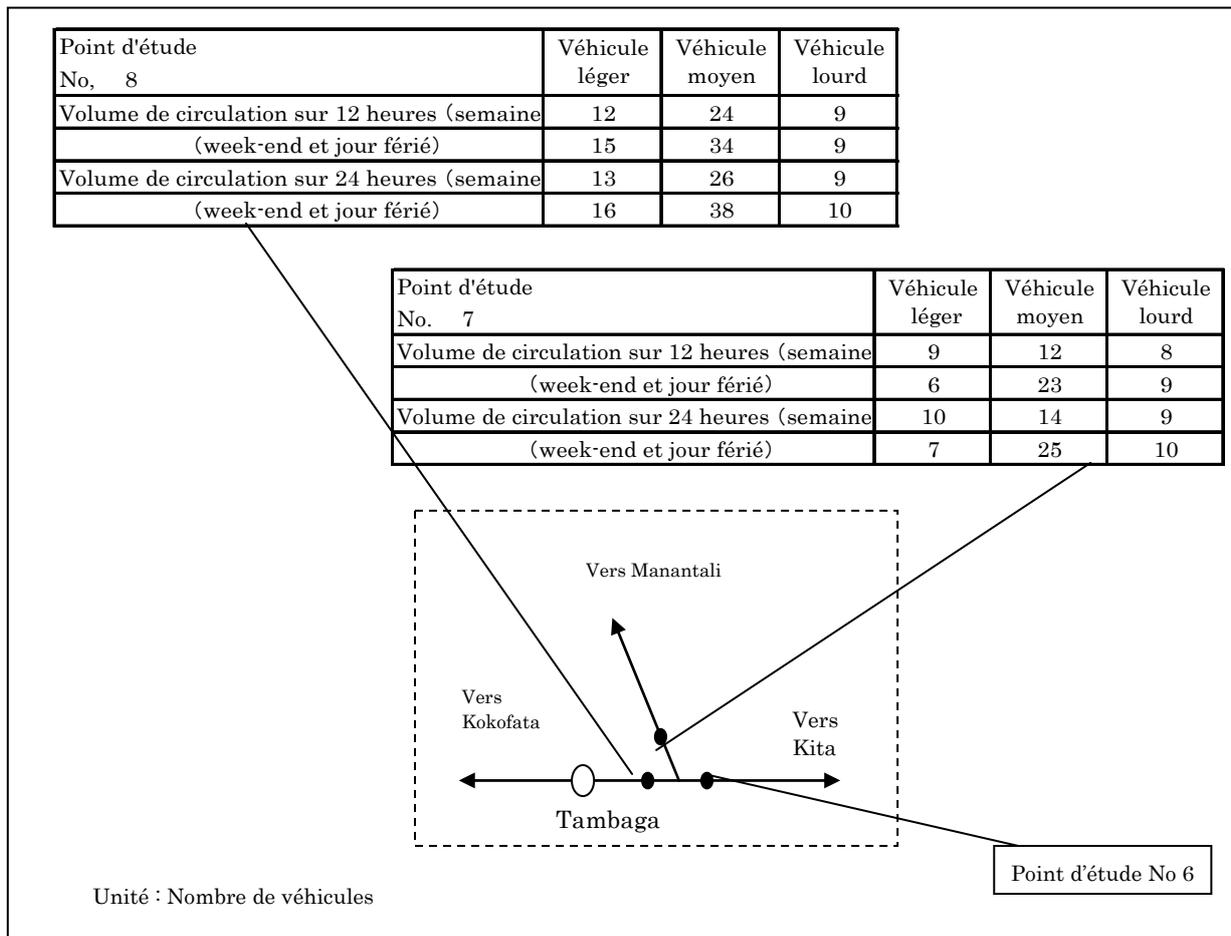


Schéma 2.2.2.2-2 Résultats de l'étude du volume de la circulation (2006) (2)

Les résultats des études du volume de la circulation réalisées en 2002 et en 2004 et ceux de L'étude du concept de base ont été comparés et figurent au Tableau 2.2.2.2-3 ci-après.

Tableau 2.2.2-3 Evolution du volume de la circulation sur 24 heures

Point d'étude		Statistiques de la circulation au Mali (2002)			Valeur équivalente du volume de circulation dans l'étude préparatoire			Etude du concept de base (2006) Moyenne semaine/WE et jour férié		
		VL	PL	Total	VL	PL	Total	VL	PL	Total
1	Kayes-Kidera Point d'étude n° 4	30	32	62	269	172	441	243	252	495
2	Kolokani-Didiéni Point d'étude n° 2	50	47	97	55	18	73	159	169	328
3	Kolokani-Didiéni Point d'étude n° 5	29	23	52	79	32	111	35	57	92

VL : véhicule léger; PL : Poids lourd

- Tronçon Kayes – Sandaré (revêtement en asphalte t = 4 cm (en bon état)) : Depuis 2002, le volume de la circulation a multiplié par 9 environ sur une période de quatre ans. Au cours des deux années entre 2004 et 2006 il a multiplié par 1,1.
- Tronçon Kolokani – Didiéni (route revêtue (en bon état)) : Au cours des quatre années entre 2002 et 2006, le volume de la circulation a multiplié pas 3,4.
- Tronçon Kati – Kita (route en terre) : La route n'étant pas aménagée, le volume de la circulation sur ce tronçon n'a quasiment pas varié depuis 2004.

## (2) Résultats de l'enquête OD (origine-destination) sur le bord des routes

Une enquête OD a été réalisée aux trois emplacements suivants : sur le tronçon entre Kayes et Sandaré (point d'étude No. 3), le tronçon entre Kolokani et Didiéni (point d'étude No. 2) dans le Corridor du Nord, et sur le tronçon entre Kati et Kita (point d'étude No. 5) dans le Corridor du sud. Les résultats de l'étude révèlent que la nature de la circulation varie suivant les points d'étude et le type de véhicules. Alors que pour les véhicules légers et moyens la circulation interrégionale vers la capitale régionale de Kayes et la capitale nationale de Bamako ainsi que les déplacements vers les villes environnantes sont l'objectif principal, pour les véhicules lourds la circulation vers Kayes et Bamako avec pour destination finale Dakar, la capitale du Sénégal, est forte. Les cartes de la circulation OD figurent ci-dessous (diagramme des préférences). Le Schéma 2.2.2.2-3 présente les diagrammes de la circulation OD par type de véhicules dont la destination finale est Bamako, les segments indiqués par un trait gras représentent ceux sur lesquels la circulation OD est forte.

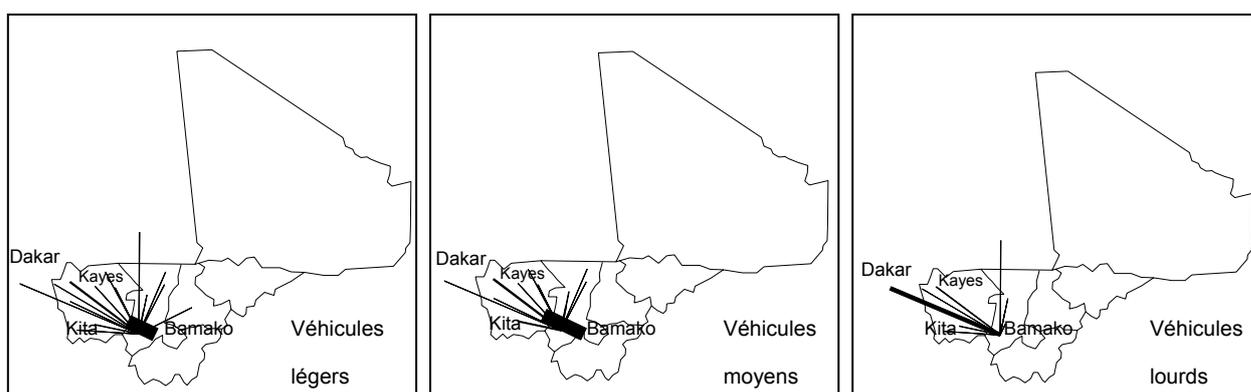


Schéma 2.2.2.2-3 Diagrammes de préférence avec pour origine-destination finale Bamako (2006)

### Moyenne du nombre de passagers et du volume du transport de marchandises

Le nombre moyen de passagers par type de véhicules émanant des interviews de l'enquête OD figure au Tableau 2.2.2.2-4.

Tableau 2.2.2.2-4 Nombre moyen de passagers

Type de véhicules	Véhicules légers	Véhicules moyens	Véhicules lourds
	Véhicules passagers/pickups	Bus/petits camions	Gros camions / camions remorques
Nombre moyen de passagers	3,9	16,4	2,9

Des interviews ont été réalisées pour les sept catégories de marchandises transportées. La proportion de ces marchandises est indiquée ci-dessous.

No.	Marchandise transportée	Proportion (%)	Moyenne du volume (tonne)
i)	Ciment	22,06	36,0
ii)	Produits industriels	3,36	37,9
iii)	Bois	0,96	4,3
iv)	Produits pétroliers	10,07	42,6
v)	Produits agricoles	19,18	32,2
vi)	Produits d'élevages	5,52	17,6
vii)	Autres	38,85	27,0
Total		397%	

Les industries de base au Mali sont les industries primaires axées sur l'agriculture et l'élevage, et les résultats des interviews indiquent également que la proportion de produits agricoles transportés est élevée. En ce qui concerne le volume de ciment transporté, du fait qu'un segment de 130 km, sur le tronçon de 175 km entre Didiéni et Diéma dans le Corridor du Nord, est actuellement en travaux, les quantités transportées sont élevées.

En outre, les interviews OD sur le bord des routes se sont déroulées dans le calme grâce à la coopération de la gendarmerie et de la douane présentes au points de contrôles, mais en ce qui concerne en particulier le tronçon entre Kayes et Kidira (point d'étude No. 4), les petits incidents décrits ci-dessous se sont produits.

- Absence de réponse concernant le contenu et le volume de marchandises transportées dans un véhicule lourd et des marchandises enfermées dans un conteneur.
- Au même point d'étude, il y avait un certain nombre des conducteurs de véhicules légers

qui ont manifesté une attitude hostile aux interviews ou ont refusé de s'arrêter.

### (3) Prévisions de la demande dans les transports

Des prévisions de volume de la circulation à l'avenir ont été réalisées sur la base de la situation réelle concernant la circulation examinée en 2006 dans le cadre de l'étude du concept de base, suivant l'évolution de la circulation dans le Corridor du Nord ainsi que l'ouverture à la circulation du Corridor du sud. Celles-ci prenaient en considération les changements des tendances du volume de la circulation, qui subit le développement économique national et régional sur les tronçons routiers cibles ainsi que l'influence des pays voisins.

Dans ce cadre, le réseau routier et le tableau OD envisagés après l'aménagement complet des routes dans le Corridor du Sud et l'achèvement des travaux des trois ponts cibles ont été élaborés. Ensuite, les prévisions de la demande dans les transports à l'avenir, en 2011, puis 10 ans plus tard en 2021, puis 20 ans plus tard en 2031 ont été réalisées sur la base des résultats de l'étude du volume de la circulation menée lors de l'étude du concept de base et de l'indice d'évolution utilisé dans l'étude de préparation.

Le volume de la circulation à l'avenir peut être estimé en faisant la somme des volumes de la circulation ordinaire, de la circulation convertie, de la circulation induite et de la circulation générée (découlant du développement).

Les points de vue concernant chacune d'entre elles sont les suivants.

#### 1) Taux de croissance du volume de la circulation ordinaire

La croissance du volume de la circulation reflète la croissance de l'activité économique et sociale et de la population dans la zone concernée, et si l'activité économique et sociale continue à l'avenir de croître au même rythme, il est considéré que le volume de la circulation manifestera une croissance similaire. Le volume de la circulation a tendance à être lié au taux de croissance de la population et du PIB. Ainsi, sachant que le taux de croissance démographique au Mali est de 3 % et celui du PIB de 2,2 %, il a été jugé que la valeur prédictive du taux de croissance annuelle utilisée dans l'étude de préparation qui était de 3 % (taux de croissance des véhicules légers) et de 4 % (taux de croissance des véhicules poids lourds) ne subissait pas de grand changement, et celle-ci a donc été appliquée.

Circulation ordinaire (véhicules légers et moyens) = volume de la circulation actuelle x  $1,03^{\text{an}}$   
(hypothèse d'un taux de croissance annuelle de 3 %)

Circulation ordinaire (véhicules lourds) = débit de circulation actuelle x  $1,04^{\text{an}}$  (hypothèse d'un taux de croissance annuelle de 4 %)

## 2) Circulation en raison de la conversion des transports (trafic converti)

Avec l'aménagement de la route du Corridor du Sud, le volume de la circulation provenant de conversion de la circulation ferroviaire à la circulation routière et de la conversion de la route Bamako – Abidjan, le taux de conversion et le taux de croissance utilisés dans le rapport de l'étude de la BID ont été pris en considération, et la même méthode de calcul que celle appliquée dans l'étude de préparation a été utilisée. Le nombre de passagers et le volume de marchandises transportées à l'avenir suite à la conversion des transports sont indiqués dans le Tableau 2.2.2.2-5.

Tableau 2.2.2.2-5 Nombre de passagers et volume de marchandises transportées suite à la conversion des transports

	Ligne ferroviaire Bamako - Dakar			Routes Bamako - Abidjan		
	Nb de passagers (a)	Marchandises (tonne)			Marchandises (tonne)	
		Marchandises solides (b)	Produits pétroliers (c)	Coton (d)	Marchandises solides (e)	Produits pétroliers (f)
Volume du transport 1997	68 026	330 350	64 613	207 470	697 465	335 545
Taux de conversion	51.0%	60.0%	28.0%	24.0%	5.0%	40.0%
Taux de croissance annuelle (%)	1.03	1.04	1.04	1.03	1.04	1.04
Volume de conversion du transport 2011	52 477	343 236	31 329	75 316	60 389	232 422
Volume de conversion du transport 2021	70 524	508 073	46 374	101 219	89 391	344 042
Volume de conversion du transport 2031	94 779	752 071	68 645	136 029	132 320	509 266

Volume du trafic converti (véhicules légers et moyens) = (a) / 365 jours / par la moyenne du nombre de passagers et de jours

Volume du trafic converti (véhicules lourds) = ((b)-(c)-(d)+(e)+(f)) / 365 jours /la moyenne du tonnage transporté et de véhicules

## 3) Circulation induite

En ce qui concerne les prévisions de la demande, étant donné que les routes sont dans un mauvais état, anticipant la manifestation d'une demande potentielle inexprimée et un nouvel accroissement de la circulation provenant de la réduction des coûts de transport suite à l'aménagement routier, un taux d'augmentation du volume de la circulation de 34,7 % (valeur appliquée dans le nouveau rapport de l'étude de la BID) est utilisé.

Accroissement potentielle du volume de la circulation (véhicules légers et moyens = 0,347 x

volume de la circulation actuelle x  $1,03^{\text{an}}$  (hypothèse d'un taux de croissance annuelle de 3 %)

Accroissement de la circulation (véhicules lourds) =  $0,347 \times$  débit de circulation actuelle x  $1,04^{\text{an}}$  (hypothèse d'un taux de croissance annuelle de 4 %)

#### 4) Volume de la circulation générée

Pour la circulation nouvellement générée par d'impacts tels que ceux du développement dans la zone connaissant l'influence des routes par l'aménagement routier, les facteurs suivants, identiques à ceux pris en considération dans l'étude de préparation, ont été appliqués.

- La partie sud de la province de Kayes au Mali connaissant annuellement des précipitations de l'ordre de 1.000 – 1.500 mm est une région possédant un potentiel agricole extrêmement élevé au niveau national. Toutefois dans les conditions actuelles, du fait que l'accès routier est insuffisant, seul 1/5 environ des terres cultivables est exploité. Il est estimé que l'amélioration de l'accès routier devrait permettre de porter l'exploitation de ces terres cultivables au minimum à 2/5.
- Il a été signalé que de riches ressources minières, notamment d'or, mais également de bauxite, de magnésium, de zinc, de cuivre, de lithium, de minerai de fer existaient le long de la route du projet, et si leur développement était entrepris, un développement du volume de la circulation supérieur à celui exposé ci-dessus pourrait être prévu.

Dans l'éventualité où les routes non aménagées seraient bitumées, la circulation générée émergera à un niveau de 50 % à 150 % de la circulation ordinaire, et en ce qui concerne le volume de la circulation générée par rapport à la circulation ordinaire, le volume de la circulation annuelle (véhicules légers, moyens et lourds) estimé a été utilisé tel que en tant que volume de circulation générée.

Volume de la circulation générée par le développement (véhicules légers, moyens et lourds) =  
volume de la circulation ordinaire

#### 5) Prévision de la circulation à l'avenir

Prenant en considération les facteurs de 1) à 4) ci-dessus dans la prévision de la demande à l'avenir, celle-ci a été établie pour 2011, année durant laquelle l'aménagement du réseau routier du Corridor du Sud et la construction des trois ponts faisant l'objet du présent projet

sont supposés être achevés, puis 10 et 20 ans plus tard (2021 et 2031). Les résultats de ces prévisions sont indiqués dans le Schéma 2.2.2.2-4. Etant donné que l'axe routier du Corridor du Sud jouera le rôle d'autoroute internationale, il est prévu que la circulation de véhicules lourds sur le tronçon Bamako – Dakar augmentera.

Le tronçon Kati – Bamako se trouve dans la banlieue de la capitale Bamako, et le volume de la circulation strictement dans la zone de Bamako étant également inclus, il est estimé que le volume de la circulation sur ce tronçon pourrait atteindre près de 10.000 véhicules en 2021 et de 20.000 véhicules en 2031.

La prévision de la demande à l'avenir a fait l'objet d'un calcul de répartition utilisant les réseaux routiers qui bénéficieront de la construction des trois ponts et les tableaux OD à l'avenir. Deux artères relieront Bamako à Dakar, l'une dans le Corridor du Nord et l'autre dans le Corridor du Sud. Actuellement, le Corridor du Nord est aménagé (une partie est en travaux), et il faudra prendre en considération la répartition de la circulation dans le Corridor du Nord et dans le Corridor du Sud. Bien qu'un segment soit actuellement en travaux, la longueur totale de la route entre Bamako et Dakar passant par Kayes dans le Corridor du Nord est de 1.338 km. D'autre part, la longueur totale de la route entre Bamako et Dakar passant par Kita – Saraya dans le Corridor du Sud est de 1.229 km. S'il est supposé qu'il n'y aura pas de grandes différences en ce qui concerne les conditions de conduite au niveau de la géométrie de la route sur le réseau routier principal, il est estimé qu'il y aura un transfert du volume de la circulation sur la route entre Bamako et Dakar dans le Corridor du Sud, qui est plus courte de 109 km.

CATEGORIE DE VEHICULES  
 VEHICULE LEGER : VOITURE PASSAGERS, PICKUP  
 VEHICULE MOYEN : BUS, PETIT CAMION  
 VEHICULE LOURD : GRAND CAMION, CAMION REMORQUE

No.	ANNEE	VEHICULE			UNITE : VEHICULE / JOUR		
		LEGER	MOYEN	LOURD	LEGER	MOYEN	LOURD
①	2006	1.698	1.284	165	3.147		
	2011	2.689	2.045	363	5.097		
	2031	4.968	3.823	824	9.615		
②	2006	9.311	7.290	1.950	18.551		
	2011	114	79	164	357		
	2031	152	113	77	342		
③	2006	265	203	150	618		
	2011	474	365	293	1.132		
	2031	267	192	165	624		
④	2006	392	287	77	756		
	2011	708	521	148	1.377		
	2031	1.279	943	287	2.509		
⑤	2006	272	76	291	639		
	2011	407	112	388	907		
	2031	750	204	817	1.771		
⑥	2006	1.372	371	1.696	3.439		
	2011	40	42	18	100		
	2031	128	125	316	569		
⑦	2006	351	374	742	1.467		
	2011	992	1.140	1.817	3.949		
	2031	73	96	293	462		
⑧	2006	146	177	619	942		
	2011	284	323	1.308	1.915		
	2031	17	29	0	46		
⑨	2006	61	59	278	398		
	2011	126	110	590	826		
	2031	248	202	1.250	1.700		
⑩	2006	6	0	0	6		
	2011	44	14	259	317		
	2031	95	28	548	671		
⑪	2006	39	3	4	46		
	2011	82	20	276	378		
	2031	152	35	582	769		
⑫	2006	329	93	81	503		
	2011	488	133	231	852		
	2031	849	230	685	1.754		



Schéma 2.2.2.2-4 Résultats de la prévision de la demande de transport à l'avenir

#### 2.2.2.2.2 Examen du nombre de voies sur les ponts

L'examen du nombre de voies sur les ponts a été fait comme suit.

- Examen de la cohérence générale avec le plan des corridors internationaux
- Examen des normes de conception des pays faisant l'objet du projet
- Examen de la pertinence du nombre de voies en fonction du volume de la circulation
- Examen au niveau de la sécurité routière

(1) Situation du plan de réhabilitation sur les Corridors du Sud et du Nord, et cohérence avec l'aménagement du plan

L'axe principal des routes en question étant classé route internationale (route nationale primaire), l'aménagement de deux voies au minimum est prévu aussi bien pour la route que pour les ponts. En fait, la route et les ponts dont les travaux sont terminés ou en cours dans le Corridor du Nord sont tous à deux voies.

En outre, l'aménagement de la route et de quatre ponts, hormis ceux du présent projet, prévus dans le Corridor du Sud par le biais d'autres fonds est prévu à deux voies. Et les tronçons déjà aménagés sont de routes revêtues à deux voies. Il est à noter que pour le pont de Bakoy à 26 km à l'ouest de Kita en particulier, il est prévu d'élargir la voie existante pour en faire un pont à deux voies.

(2) Normes de conception des pays faisant l'objet du projet

Etant donné que les normes françaises concernant le nombre de voies des routes et des ponts, qui sont celles appliquées dans les pays concernés, indiquent deux voies pour circulation égale ou supérieure à 500 véhicules, et suivant le Tableau 2.2.2.2-6 ci-dessous, l'aménagement de deux voies est prévu dans le présent projet.

(3) Examen du volume de la circulation

Le volume de circulation possible sur une voie est indiqué ci-dessous. <sup>1</sup>

$$C = \begin{cases} 600/(5,5-3,5)*(W-3,5)+50 & (3,5m \leq W < 5,5m) \\ 50 & (W < 3,5m) \end{cases}$$

Dans cette formule :

C : Volume de circulation possible (uvp/h)

W : Largeur des voies

---

<sup>1</sup> Association japonaise de la route (Japan Road Association) Volume de la circulation des routes

Dans le cas d'une voie, prenant l'hypothèse : largeur de route 3,5 m + accotement (bordure de guidage) 0,25 x 2 m, W = 4,0 m.

Le volume de circulation possible est  $600/(5,5-3,5)*(4,0-3,5)+50=200$

Tableau 2.2.2.2-6 Volume de circulation par jour et celui par heure

Nom du pont	Circulation (Valeur correspondante UVP)					Capacité de circulation sur 1 voie (véhicule / heure)
	Années	2006	2011	2021	2031	
Pont de Falémé 275m	V/J*	6	842	1,781	3,698	200
	V/H	-	84	178	370	
Pont de Bafing 238m	V/J	NA	1,096	2,269	4,693	
	V/H	NA	110	227	469	
Pont de Balé 110m	V/J	NA	1,096	2,269	4,693	
	V/H	NA	110	227	469	

\* V/J : véhicule / jour, V/H : véhicule / heure, UVP : Unité Voitures Particulières

D'après les résultats du Tableau 2.2.2.2-6 ci-dessus, vers 2021 les trois ponts dépasseront la capacité de circulation dans le cas d'une voie. Par conséquent, il serait alors nécessaire de commencer des travaux d'élargissement sur deux voies quelques ans après la mise en service du service. Dans ce cas, de nouveaux travaux temporaires de fondations s'avèreraient nécessaires, ce qui entraînerait une augmentation du coût global des travaux des ponts.

#### (4) Examen de la sécurité routière

Les trois ponts dont la longueur est comprise entre 110 et 275 m sont relativement longs. Dans l'éventualité où la circulation ne se ferait que dans un sens, il serait nécessaire d'installer des feux de signalisation ou de placer des agents de la circulation à l'entrée du pont. En ce qui concerne les feux de signalisation, étant donné que l'emplacement n'est pas électrifié, le coût relativement élevé d'un générateur électrique réduirait la faisabilité de cette option. Dans le cas d'agents de la circulation, ceux-ci devraient être équipés de talkies-walkies, et il serait en outre nécessaire de mettre en place un système de présence sur 24 heures. Les capacités des agents de la circulation étant incertaines, et prenant en considération les manières au volant des conducteurs, le risque d'accidents serait élevé.

#### (5) Résultat de l'examen de la pertinence de deux voies

Le fait que seuls trois ponts dans le Corridor du Sud soient à une voie représenterait un goulot d'étranglement qui risquerait de provoquer de fréquents embouteillages dans la zone des ponts et d'accroître fortement le nombre d'accidents de la route. En particulier, tenant compte de l'estimation du volume de la circulation à l'avenir, l'élargissement de la chaussée en deux

voies s'avérerait nécessaire quelques années après l'inauguration du service, ce qui signifierait dans la pratique une continuation des travaux. Par conséquent, la construction en étapes ne représenterait ici aucun avantage, et, en outre, le coût des travaux des ponts augmenterait considérablement. Il est donc considéré que la construction des ponts à une voie ne représente aucun avantage et que la construction de deux voies est ici pertinente.

### **2.2.2.3 Pont de Falémé**

#### **(1) Emplacement du pont**

Suite à l'examen de la situation du fleuve, de la topographie des alentours, de la nature historique du lieu de traversée, etc., l'emplacement où le pont a été prévu dans le cadre du projet de l'aménagement routier est jugé pertinent, et par conséquent le même emplacement a été décidé pour le présent projet. Par ailleurs, dans l'étude de préparation réalisée par la JICA, il était proposé un emplacement situé à environ 150 m en aval de celui du pont prévu au projet d'aménagement routier, ce qui aurait réduit la longueur du pont, mais cet endroit correspondant au point de rencontre entre le fleuve et son affluent, il a été jugé que celui-ci n'était pas approprié à la construction d'un pont en raison des craintes concernant une fluctuation des rives. En outre, si l'emplacement du pont avait été modifié à ce moment-là, il aurait fallu réaliser de nouveau l'étude et l'évaluation de l'environnement, procéder à la modification de l'accord du prêt etc. ce qui aurait occasionné des retards, ce qui n'était pas en pratique réalisable.

#### **(2) Emplacement des culées du pont et longueur du pont**

La longueur du pont est déterminée en fonction de l'emplacement des culées. Dans le cas d'un fleuve à rives naturelles, en général les culées sont établies en prenant comme repère la ligne de rivage du niveau des hautes eaux de projet, et l'emplacement doit satisfaire la section mouillée du cours du fleuve au moment des crues. Ce Projet respecte également ces principes, et après avoir déterminé l'emplacement des culées sur la rive gauche et la rive droite, la longueur du pont sera de 274,3 m.

#### **(3) Hauteur libre du pont (tirant d'eau)**

En ce qui concerne la hauteur libre du pont, il n'y a pas de normes en vigueur, que ce soit au Mali ou au Sénégal. En résumant les normes japonaises, la hauteur libre du pont serait égale ou supérieure à 1,2 m, mais prenant en considération la fréquence des bois flottants, celle-ci sera égale ou supérieure à 1,5 m. Par ailleurs dans le projet d'aménagement routier, la hauteur libre des ponts prévue est de 1,5 m.

#### (4) Composition de la largeur du pont

- Largeur des voies : du point de vue de la sécurité routière, il a été jugé qu'il est pertinent d'assurer la cohérence avec la coupe transversale des routes du projet d'aménagement routier, et les voies seront de 3,5 m x 2.
- Largeur de la bordure de guidage : prenant en considération la sécurité des véhicules et celle des piétons ainsi que l'installation de l'équipement de captage d'eau pour l'écoulement des eaux de la surface du pont, une surélévation de 0,25 m sera assurée pour renforcer le trottoir.

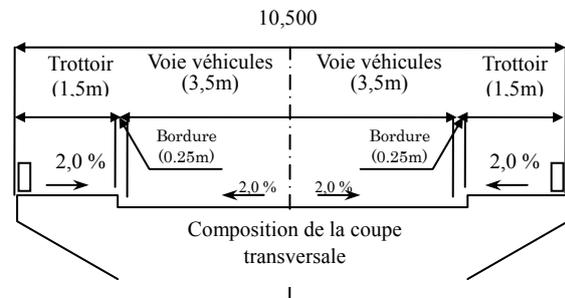
- Largeur des trottoirs :

Les résidents et les piétons se rendant ou revenant des écoles sont nombreux dans les environs du pont, et, étant donné qu'il s'agit d'un pont frontalier, il est prévu que les piétons empruntant ce pont seront plus nombreux que ceux des deux autres ponts. La largeur des trottoirs sur le pont frontalier dans le Corridor du Nord est d'un (1) mètre, mais étant donné que dans ces pays les marchandises sont portées sur la tête, une largeur d'un mètre est insuffisante, les piétons empruntent les voies pour les véhicules, et leur sécurité n'est pas assurée. Par conséquent sur ce pont, le trottoir fera 1,5 m de largeur.



Piéton empruntant la voie pour les véhicules (pont frontalier dans le Corridor du Nord)

En fonction de ce qui précède, la largeur du pont de Falémé sera de 10,5 m comme illustré sur le schéma à droite.



#### (5) Travée minimale

Il n'y a pas non plus de normes concernant la travée minimale dans les deux pays concernés. Du point de vue du contrôle du débit, afin d'assurer la stabilité du débit fluvial, la travée minimale a été calculée sur la base des normes appliquées au Japon à partir du volume des hautes eaux de projet, comme suit.

Calcul de la travée minimale (L)

$$L = 20m + 0,005Q$$

$$= 20m + 0,005 \times 2.810$$

$$Q = \text{Volume des hautes eaux de projet}$$

$$= 30,4 \text{ m ou plus.}$$

#### (6) Type des ouvrages de superstructure

Comme indiqué au point (5) ci-dessus, la travée minimale sera de 30,4 m ou plus, et en ce qui concerne le type des ouvrages de superstructure, des poutres en béton précontraint ou en plaques d'acier sont en général adoptées pour ce type de pont.

Pour une travée entre appuis d'environ 30 m, généralement les poutres en béton précontraint sont d'un coût comparativement moins élevé que les poutres en acier, mais dans les pays en question le béton est relativement onéreux (428 US\$/m<sup>3</sup>), alors que les poutres en acier (2.998 US\$/t) sont d'un coût quasiment identique à celui pratiqué au Japon.

Après comparaison des coûts dans les conditions indiquées ci-dessus, les poutres en béton précontraint s'avérant plus économiques de l'ordre d'environ 10 %, des poutres en béton précontraint seront utilisées.

#### (7) Type des ouvrages de substructure

- En ce qui concerne le type des culées du pont, conformément à la hauteur, aux conditions topographiques et géologique du plan routier, la hauteur des culées du pont sera de 7,0 m, et il s'agira des culées ordinaires en T inversé.
- En ce qui concerne le type des piliers du pont, la structure a été sélectionnée prenant en considération le fait que les pays en question ne sont pas sujets aux tremblements de terre. Les piliers du pont seront palés comme ceux des autres ponts existants, procédé peu onéreux car celui-ci nécessite peu de béton.
- Type des ouvrages de fondation

En ce qui concerne la couche portante, l'étude géologique a révélé que la couche portante, quasiment horizontal, est située à environ 2,5 m au dessous du lit fluvial le plus profond. Etant donné que la plaque de fond des culées sera placée à un niveau plus élevé que le lit fluvial, les ouvrages de fondation des deux culées seront des pieux d'une longueur de 7,5 m et de 9,0 m, et suite à une comparaison des coûts, il a été calculé que les pieux des ouvrages de fondation seront réalisés en béton coulé en place ( $\varnothing$  1,0 m).

En ce qui concerne les ouvrages de fondation des piliers du pont, étant donné que ceux-ci seront palés, les poteaux et les pieux de fondation seront unifiés et réalisés en béton coulé en place ( $\varnothing$  1,0 m).

#### **2.2.2.4 Pont de Bafing**

##### (1) Emplacement du pont

Suite à l'examen de la situation du fleuve, de la topographie des alentours, etc., il s'avère qu'il n'y a pas de variation entre l'amont et l'aval du fleuve, et il a été décidé d'adopter le même

emplacement que le point de traversée actuel et proposé dans le projet d'aménagement routier du Corridor du Sud.

(2) Emplacement des culées du pont et longueur du pont

Etant donné qu'il s'agit d'un fleuve à rives naturelles, tout comme le pont de Falémé, les culées sont établies en prenant comme repère la ligne de rivage du niveau des hautes eaux de projet, et l'emplacement doit satisfaire la section mouillée du cours du fleuve au moment des crues. Par conséquent, la longueur du pont sera de 237,8 m.

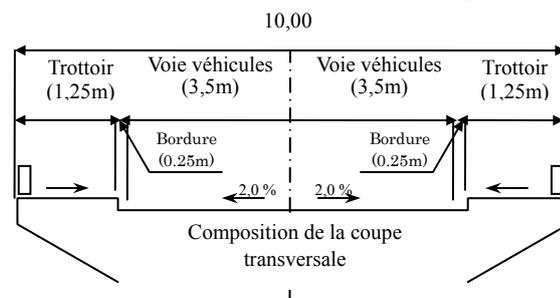
(3) Hauteur libre du pont

En ce qui concerne la hauteur libre du pont, les normes japonaises sont de 1,2 m ou plus. Toutefois, étant donné que la partie malienne prévoit, sur ce fleuve, la mise en service de couloirs de navigation, et a exprimé le souhait que la hauteur libre du pont soit de 4,0 m, cette valeur sera adoptée. Par ailleurs, du fait que le projet d'aménagement routier ne prend pas en compte les couloirs de navigation, le plan des coupes transversales a été modifié (la déclivité transversale maximale est de 1,85 %).

(4) Composition de la largeur du pont

- Largeur des voies : Du point de vue de la sécurité routière, il a été jugé qu'il est pertinent d'assurer la cohérence avec la coupe transversale des routes du projet d'aménagement routier, et les voies seront de 3,5 m x 2.
- Largeur de la bordure de guidage : Prenant en considération la sécurité des véhicules et celle des piétons ainsi que l'installation de l'équipement de captage d'eau pour l'écoulement des eaux de la surface du pont, une surélévation de 0,25 m sera assurée pour renforcer le trottoir.
- Largeur des trottoirs :

Par rapport au pont de Falémé les résidents dans les environs du pont sont moins nombreux, mais étant donné qu'il sera emprunté par des piétons se rendant ou revenant des écoles, les trottoirs seront de 1,25 m. En fonction de ce qui précède, la largeur du pont sera de 10,0 m.



(5) Travée minimale

Comme indiqué précédemment, il n'y a pas au Mali de normes concernant la travée minimale. Du point de vue du contrôle du débit, afin d'assurer la stabilité du débit fluvial, la travée minimale a été calculée sur la base des normes appliquées au Japon à partir du volume des hautes eaux de projet, comme suit.

Calcul de la travée minimale (L)

$$\begin{aligned} L &= 20\text{m} + 0,005Q & Q &= \text{Volume des hautes eaux de projet} \\ &= 20\text{m} + 0,005 \times 2.810 & &= 34,0\text{m ou plus} \end{aligned}$$

(6) Type des ouvrages de superstructure

Comme indiqué au point (5) ci-dessus, la travée minimale sera de 34,0 m ou plus. En ce qui concerne le type des ouvrages de superstructure, comme c'est le cas pour le pont de Falémé, des poutres en béton précontraint ou en plaques d'acier sont en général adoptées pour ce type de pont.

La comparaison des coûts effectuée indiquant que les poutres en béton précontraint sont plus économiques de l'ordre d'environ 10 %, des poutres en béton précontraint seront utilisées, comme pour le pont de Falémé.

(7) Type des ouvrages de substructure

- En ce qui concerne le type des culées du pont, conformément à la hauteur, aux conditions topographiques et géologique du plan routier, la hauteur des culées du pont seront de 7,0 m, et il s'agira des culées ordinaires en T inversé.
- En ce qui concerne le type des piliers du pont, étant donné que le Mali n'est pas sujet aux tremblements de terre, les piliers du pont seront palés, procédé peu onéreux car celui-ci nécessite peu de béton.

- Type des ouvrages de fondation

En ce qui concerne la couche portante, l'étude géologique a révélé que la couche portante, quasiment horizontal, est située à environ 2,8 m au dessous du lit fluvial le plus profond. Les ouvrages de fondation des deux culées seront des pieux d'une longueur de 10,5 m et de 9,5 m, et suite à une comparaison des coûts, les pieux des ouvrages de fondation seront réalisés en béton coulé en place ( $\phi$  1,0 m).

En ce qui concerne les ouvrages de fondation des piliers du pont, étant donné que ceux-ci seront palés, les poteaux et les pieux de fondation seront unifiés. En raison de l'impact du barrage de Manantali, la saison des basses eaux ne dure que deux mois (mars et avril), ce

qui est court. Il est estimé que, pendant la période des travaux des ouvrages de substructures, la profondeur des eaux sera de 5 à 6 m. Prenant en considération la qualité et la sécurité pendant les travaux qu'il sera nécessaire d'assurer, ainsi que la minimisation des impacts sur le milieu naturel, et la réduction de la période des travaux, des tubes en acier qui sont adéquates à la construction en milieu aquatique seront utilisés.

#### **2.2.2.5 Pont de Balé**

##### **(1) Emplacement du pont**

Suite à l'examen de la situation du fleuve, de la topographie des alentours, etc., l'endroit de traversée du pont prévu dans le cadre du projet d'aménagement routier est jugé pertinent, et par conséquent le même emplacement été décidé pour le présent projet. Par ailleurs, dans l'étude de préparation réalisée par la JICA, le lieu d'emplacement du pont proposé était situé à environ 100 – 150 m en aval du lieu traversée actuelle, ce qui correspond quasiment à l'emplacement du pont dans le projet de l'aménagement routier.

##### **(2) Emplacement des culées du pont et longueur du pont**

Etant donné qu'il s'agit d'un fleuve à rives naturelles, tout comme le pont de Falémé et le pont de Bafing, les culées sont établies en prenant comme repère la ligne de rivage du niveau des hautes eaux de projet, et l'emplacement doit satisfaire la section mouillée du cours du fleuve au moment des crues. Par conséquent, la longueur du pont sera de 110,15 m.

##### **(3) Hauteur libre du pont**

En ce qui concerne la hauteur libre du pont, les normes japonaises sont de 1,0 m ou plus, mais prenant en considération la fréquence des bois flottants, celle-ci sera égale ou supérieure à 1,5 m. Par ailleurs dans le projet d'aménagement routier, la hauteur libre des ponts prévue est de 1,5 m.

##### **(4) Composition de la largeur du pont**

- Largeur des voies : les voies seront d'une largeur identique à celle du pont de Falémé et du pont de Bafing : 3,5 m x 2.
- Largeur de la bordure du guidage : la bordure de guidage sera d'une largeur identique à celle du pont de Falémé et du pont de Bafing : 0,25 m à deux côtés.
- Largeur des trottoirs

Par rapport au pont de Falémé les résidents dans les environs du pont sont peu nombreux, mais étant donné qu'il sera emprunté par des piétons se rendant ou revenant des écoles, les trottoirs seront de 1,25 m. En fonction de ce qui précède, la largeur du pont sera de

10,0 m, comme dans le cas du pont de Bafing.

(5) Travée minimale

Comme indiqué précédemment les normes japonaises seront appliquées.

Calcul de la travée minimale (L)

$$\begin{aligned} L &= 20 \text{ m} + 0,005Q \\ &= 20 \text{ m} + 0,005 \times 690 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Q &= \text{Volume des hautes eaux de projet} \\ &= 23,5 \text{ m ou plus} \end{aligned}$$

(6) Type des ouvrages de substructures

- Comme indiqué précédemment, en ce qui concerne le type des culées du pont, conformément à la hauteur, aux conditions topographiques et géologiques du plan routier, la hauteur des culées du pont sera de 8,0 m, et il s'agira des culées ordinaires à cadre en T inversé.
- En ce qui concerne l'emplacement des culées, elles seront installées selon le modèle de base à une travée minimale de 23,5 m. Toutefois, il faudra éviter d'installer un pilier du pont vers le milieu du courant de la rive droite. Dans ce cas, la travée sera de 40,0 m.
- En ce qui concerne le type des piliers, des piliers palés comme pour le pont de Falémé et de Bafing seront adoptés.
- Type des ouvrages de fondation

En ce qui concerne la couche portante, l'étude géologique a révélé que la couche portante est située à environ 5,0 m au dessous du lit fluvial le plus profond, et bien que celui-ci ne soit pas très profond du côté de la rive droite, il est quasiment horizontal. Etant donné que la plaque de fond des culées sera placée à un niveau plus élevé que le lit fluvial, les ouvrages de fondation des deux culées du pont seront des pieux d'une longueur de 13,0 m et de 11,0 m, et les pieux des ouvrages de fondation seront réalisés en béton coulé en place ( $\phi 1,0 \text{ m}$ ). En ce qui concerne les ouvrages de fondation des piliers du pont, étant donné que ceux-ci seront palés, les poteaux et les pieux de fondation seront unifiés et réalisés en béton coulé en place ( $\phi 1,0 \text{ m}$ ).

(7) Type des ouvrages de superstructure

Comme indiqué au point (5) ci-dessus, la travée minimale sera de 23,5 m ou plus, et en ce qui concerne le type des ouvrages de superstructure, des poutres en béton précontraint ou en plaques d'acier sont en général adoptées pour ce type de pont.

Pour une travée d'environ 23,5 m, les poutres en béton précontraint seront adoptées en raison de leur avantage économique. En outre, pour l'ouvrage de superstructure d'une travée de 40 m afin d'éviter l'installation d'un pilier au milieu du courant, la comparaison des coûts entre les

poutres en béton précontraint et les poutres en plaques d'acier est de première importance. Pour une poutre de 23,5 m, il faut compter 30 tonnes de béton précontraint, alors que pour une poutre de 40 m, il faut compter 71 tonnes de béton précontraint, soit environ 2 fois plus. En ajoutant à ce facteur la situation topographique du lit de la vallée, un équipement d'érection pour les poutres de grande taille s'avère nécessaire. Par conséquent, des piliers en acier étant dans ce cas moins onéreux, des plaques en acier seront utilisées.

### 2.2.2.6 Voies d'accès et ouvrages auxiliaires

#### (1) Calcul du revêtement des voies d'accès

La conception du revêtement sera conforme au Guide de conception des structures de chaussées de l'AASHTO, publié en 1993, identique aux normes françaises appliquées au Mali et au Sénégal.

#### 1) Conditions de conception

- Durée d'utilisation : 10 ans, de 2013 à 2022
- Charge de trafic (W18) : avec l'équivalent de charge de roulage par essieu simple (ESAL) de 18kip par exemple pendant la période d'utilisation, le coefficient de charge a été calculé avec l'hypothèse suivante.

Véhicule moyen : 1,287, Véhicule lourd : 2,043

- Fiabilité (R) : 80 % (autoroutes) de la probabilité (R), ce qui est dans la limite supposée de la charge de trafic et de la résistance du revêtement.

(Déviation standard  $Z_r = -0,814$ , déviation standard totale de la charge et de la résistance du revêtement  $S_o = \text{revêtement souple } 0,45$ )

- Norme de performance : indice de performance initiale  $P_o = 4,2$  (revêtement souple)

Indice d'utilisation terminative  $P_t = 2,5$  (artère principale)

$$\Delta P_{si} = P_o - P_t = 1,7$$

- Module d'élasticité de retour du sol de fondation ( $M_R$ ) :  $M_R = 1.500 \times \text{CBR}$   
Rive gauche du pont de Falémé (point de départ), les deux côtés du pont de Bafing, les deux côtés du pont de Balé

$$M_R = 1.500 \times 20 = 30.000 \text{psi} \quad (\text{CBR})$$

Rive droite du point de Falémé (point terminal)

$$M_R = 1.500 \times 11 = 16.500 \text{psi} \quad (\text{CBR})$$

- Module en couches : couche d'enduit superficiel bicouche  $a_1$  = en général n'est pas comptée.

$$\text{Couche de base } a_2 = 0,145 \text{ (CBR80 ou plus)}$$

Couche de fondation  $a_3 = 0,108$  (CBR30 ou plus)

- Indice de drainage : couche de base  $ma = 1,1$  (supérieur des conditions de drainage)  
Couche de fondation 1,0 (équivalent aux conditions d'écoulement)

## 2) Charge de trafic

La charge du trafic pour chacun des ponts a été calculée comme suit :

Tableau 2.2.2.6-1 Charge du trafic pour chacun des ponts

Nom du pont	Nombre de voitures dans les deux sens/jour la première année (2013)		Calcul du nombre d'ESAL annuel pour la première année (dans un sens de la circulation)	Taux de croissance	ESAL (W18) cumulé sur 10 ans (dans un sens)
	Véhicule moyen	Véhicule lourd			
Pont de Falémé	17	272	$(17 \times 1,278 + 272 \times 2,043) \times 365 \times 1/2 = 7.010$	8 %	1.279.000
Pont de Bafing	103	306	$(103 \times 1,278 + 306 \times 2,043) \times 365 \times 1/2 = 9,545$	9 %	1.742.000
Pont de Balé	103	306	$(103 \times 1,278 + 306 \times 2,043) \times 365 \times 1/2 = 9,545$	9 %	1.742.000

\* ESAL : Equivalent Single-Axle Load (Charge à un essieu équivalente)

## 3) Indice de structure du revêtement exigé (SN)

Utilisation de la formule de base du revêtement souple du Guide AASHOTO.

$$\log_{10}(W_{18}) = Z_R \times S_O + 9.36 \times \log_{10}(SN + 1) - 0.20 + \frac{\log_{10}[\Delta PSI / (4.2 - 1.5)]}{0.40 + 1094 / (SN + 1)^{5.19}} + 2.32 \times \log_{10}(M_R) - 8.07$$

En substituant les différentes valeurs de chacun des ponts à la formule ci-dessus, le SN (indice de structure du revêtement exigé) est le suivant.

Pont de Falémé, rive gauche (côté du point de départ) SN = 1,963

Pont de Falémé, rive droite (côté du point terminal) SN = 2,478

Pont de Bafing, rives droite et gauche (côté du point de départ et du point terminal)

SN = 2,069

Pont de Balé, rives droite et gauche (côté du point de départ et du point terminal)

SN = 2,069

## 4) Structure du revêtement et profil en travers-type

La structure du revêtement par rapport à l'indice de structure de revêtement exigé qui a été calculé est examinée au Tableau 2.2.2.6-2. Par ailleurs, en ce qui concerne l'épaisseur et le matériau de chaque couche, la structure de revêtement utilisée est celle prévue au projet d'aménagement routier qui a été examinée.

Tableau 2.2.2.6-2 Examen de la structure de revêtement

Nom du pont	Sens	Couche	Epaisseur D (pouces)	Module en couches (a)	Indice de drainage (m)	Indice de la structure SN' = D,a, m	Indice de structure exigé SN
Pont de Falémé	Point de départ (Côté rive gauche)	Enduit superficiel bicouche	—	—	—	—	1,963
		Couche de base 20cm	7,873	0,145	1,1	1,256	
		Couche de fondation 30cm	11,810	0,108	1,0	1,275	
		Total				2,531	
	Point terminal (Côté rive droite)	Enduit superficiel bicouche	—	—	—	—	2,478
		Couche de base 20cm	7,873	0,145	1,1	1,256	
		Couche de fondation 30cm	11,810	0,108	1,0	1,275	
		Total				2,531	
Pont de Bafing	Rive gauche et rive droite	Enduit superficiel bicouche	—	—	—	—	2,069
		Couche de base 20cm	7,873	0,145	1,1	1,256	
		Couche de fondation 30cm	11,810	0,108	1,0	1,275	
		Total				2,531	
Pont de Balé	Rive gauche et rive droite	Enduit superficiel bicouche	—	—	—	—	2,069
		Couche de base 20cm	7,873	0,145	1,1	1,256	
		Couche de fondation 30cm	11,810	0,108	1,0	1,275	
		Total				2,531	

Suite à l'examen décrit ci-dessus, tous les indices de structure de revêtement sont supérieurs à la valeur exigée, et sont donc adéquats. Et le profil en travers-type figure au Schéma 2.2.2.6-1. En outre, pour ce qui est de la couche de surface du pont de Falémé, étant donné que celle-ci n'est pas déterminée, il est possible d'utiliser soit le béton bitumineux, soit l'enduit superficiel bicouche, et ce dernier a été examiné, car il présente une aisance de sécurité plus importante que l'autre.

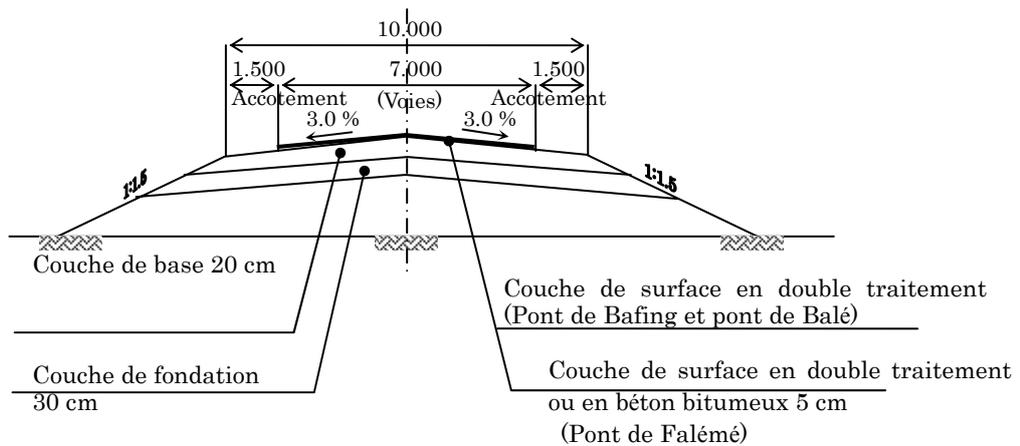


Schéma 2.2.2.6-1 Profil en travers-type

## (2) Décision de l'envergure du projet de coopération

La longueur des voies d'accès avant et après chacun des ponts du plan a été déterminée comme suit.

- Pont de Falémé et pont de Balé

En ce qui concerne le profil en long prévu dans le projet d'aménagement routier, une hauteur libre de 1,5 m ou plus par rapport au niveau des plus hautes eaux pouvant être assurée, il n'est pas nécessaire d'effectuer de changements. Par conséquent, prenant en considération la largeur des forages, la largeur des constructions, la longueur des ajustements, etc. lors des travaux de construction des culées, la longueur de la voie d'accès sera la distance à partir du parapet des culées du pont. (Voir le Schéma 2.2.2.6-2)

- En ce qui concerne le pont de Bafing, le Gouvernement malien a indiqué qu'il souhaitait qu'une hauteur libre de 4 m par rapport au niveau des crues de l'année ordinaire soit assurée pour les couloirs de navigation. Etant donné que cette hauteur pour les couloirs de navigation n'est pas prise en considération dans le projet d'aménagement routier, le profil en long de la route a dû faire l'objet d'une surélévation, et le nouveau profil en long y a été inséré. Par conséquent, la longueur de la route d'accès partira du parapet des culées du pont jusqu'au point de jonction de la nouvelle et de l'ancienne route. (Voir le Schéma 2.2.2.6-3)

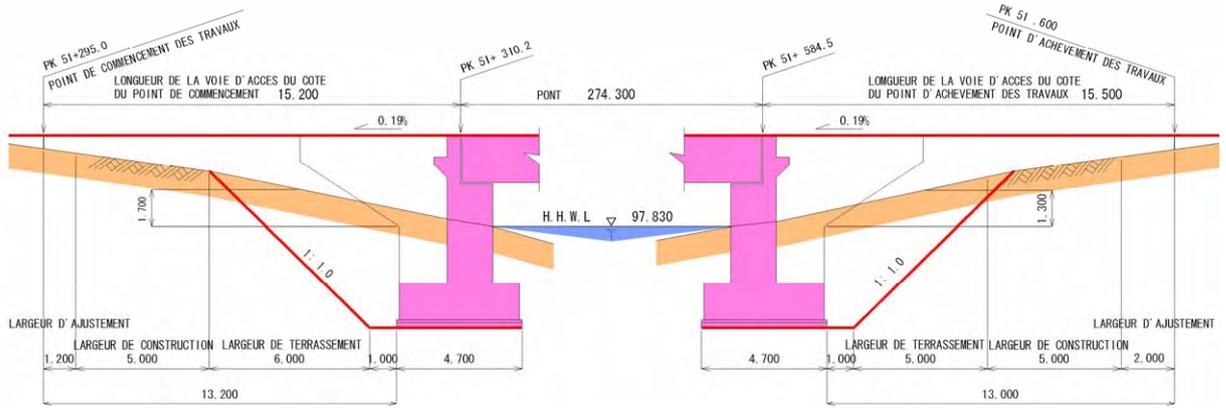
Le résultat de ce qui précède est résumé dans le tableau suivant.

Tableau 2.2.2.6-3 Longueur des voies d'accès

Nom du pont	Sens	Point de jonction (PK)	Longueur de la Voie d'accès (m)	Longueur totale de la construction (Y compris la partie du pont)
Pont de Falémé	Point de départ (Côté de la rive gauche)	51+295	15,20	305m
	Point terminal (Côté de la rive droite)	51+600	15,50	
Pont de Bafing	Point de départ (Côté de la rive gauche)	207+100	113,25	525m
	Point terminal (Côté de la rive droite)	207+625	173,95	
Pont de Balé	Point de départ (Côté de la rive gauche)	237+045	16,10	140m
	Point terminal (Côté de la rive droite)	237+185	13,55	

Remarque : En ce qui concerne le point de jonction, l'ajustement se fait par unité de 5,0 m.

## PONT DE FALEME



## PONT DE BALE

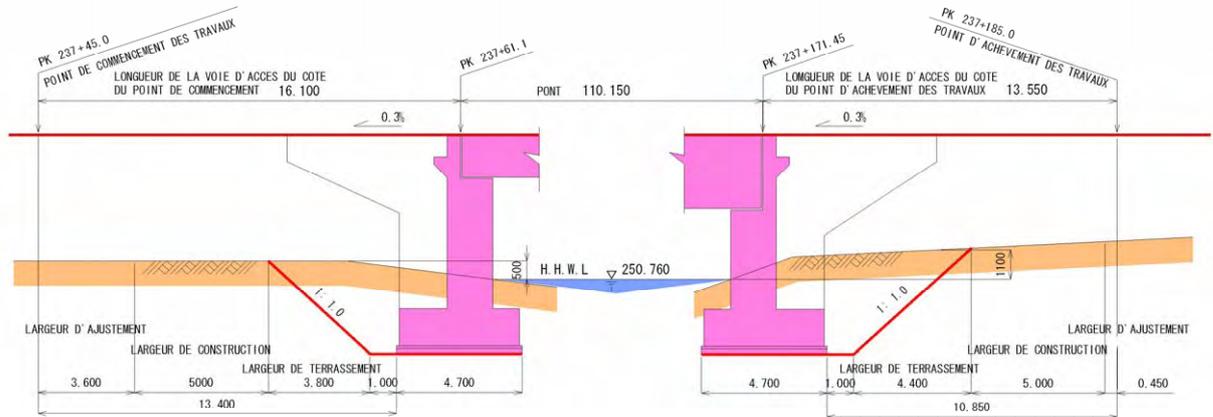


Schéma 2.2.2.6-2 Longueur de la voie d'accès du pont de Falémé et du pont de Balé



Schéma 2.2.2.6-3 Longueur de la voie d'accès du Pont de Bafing

### (3) Installations accessoires des voies d'accès

#### 1) Marquage au sol

Le marquage au sol de la ligne centrale et des lignes latérales (10 cm de largeur) sera appliqué en tant que mesure de sécurité routière, de contrôle et de guidage de la circulation.

#### 2) Poteaux indicateurs

Installation à un intervalle de 10 m (2,0 m cfc), aux 4 coins de chacun des ponts, de poteaux indicateurs en béton, en tant que mesure de guidage et de sécurité pour prévenir les accidents dus aux chutes.

#### 3) Système de drainage des eaux de la route

Une légère déclivité vers le fleuve, topographie commune aux trois ponts, permettra l'écoulement dans le fleuve des eaux de pluie. La nouvelle construction de la route permettra de segmenter le relief, et les eaux de pluie se concentreront en bas de la pente. Par conséquent, un fossé latéral en forme de V (en perré maçonné, 1,0 x 2,0 x 0,5) sera prévu des deux côtés en bas de la pente, et conduira l'eau vers le fleuve.

#### 4) Escaliers

En ce qui concerne le pont de Falémé et le pont de Bafing, un sentier de montagne conduisant à un lavoir a été construit, mais celui-ci disparaîtra avec la construction des ponts. Par conséquent, le présent projet prévoit, sur les deux rives, la construction d'un escalier (1,5 m de large) qui servira au revêtement des rives tout en étant utile aux résidents locaux.

Par ailleurs, en ce qui concerne le pont de Balé, un lavoir est situé au point de traversée du lit fluvial sur la vieille route, à environ 100 m en amont de l'emplacement du pont. Par conséquent, le présent projet ne comprend pas la construction d'un escalier.

### (3) Ouvrages de revêtement des rives

Lors de la construction de ponts, l'utilisation de gabions ou perré à pierre sèche et de perré maçonné ou de gabions cylindriques est en général considérée pour le revêtement des rives, mais des pierres concassées d'une excellente durabilité, utilisées pour les ponts existants le long de la route du projet d'aménagement seront employées.

La longueur des ouvrages de revêtement des rives sera de 10 m en amont et en aval du pont nouvellement construit (conformément à l'ordonnance de l'exploitation et de la maintenance des fleuves et rivières au Japon).

#### Ouvrages de protection du lit fluvial

Le lit fluvial à l'emplacement de la construction des 3 ponts est stable, et dans le cadre du présent projet, étant donné que les piliers des ponts seront palés et que la construction de socles n'est pas prévue, le risque d'affouillement est faible. Par conséquent, des ouvrages de protection du lit fluvial ne seront pas construits.

#### (4) Installations accessoires des ponts

##### 1) Marquage au sol

Le marquage au sol de la ligne centrale et des lignes latérales (10 cm de largeur) sera appliqué en tant que mesure de sécurité routière, de contrôle et de guidage de la circulation, comme pour les voies d'accès.

##### 2) Equipements pour l'installation des services publics

- Actuellement, les services publics (électricité, communications, eau, gaz, etc.) ne sont installés à aucun point de traversée à l'emplacement des trois ponts prévus. Toutefois, pensant à l'avenir, les gouvernements des deux pays concernés ont formulé le souhait que deux conduites supplémentaires de  $\phi 100$  et de  $\phi 50$  soient installées. Par conséquent, des conduites en PV de  $\phi 100$  et de  $\phi 50$  (fourreaux d'attente) seront installées sous terre sous les trottoirs des deux côtés de chacun des ponts.
- En ce qui concerne l'éclairage, étant donné que les Gouvernements des deux pays concernés n'en ont pas fait la demande et que les emplacements en question ne sont pas électrifiés, il a été jugé qu'il était encore trop tôt, et l'éclairage n'est pas prévu dans le cadre du présent projet.

### **2.2.3 Plan du concept de base**

#### **2.2.3-1 Données de base concernant les ponts**

Les données de base concernant le pont de Falémé (pont frontalier), le pont de Bafing et le pont de Balé figurent au Tableau 2.2.3.1-1