

13-3 OUVRAGES D'ART

(1) Gabarit standard de terrassement en travers

La figure 13.3.1 donne les gabarits standards adoptés par l'ONATRA pour le terrassement. La largeur de la plate-forme, mesurée entre le centre de la voie et la bordure extérieure, est de 2,75 m, l'entre-axe des voies étant de 4,50 m pour la double voie. La voie est réalisée au moyen du rail de 50 kg/m et de la traverse en béton sur ballast de 25 cm d'épaisseur.

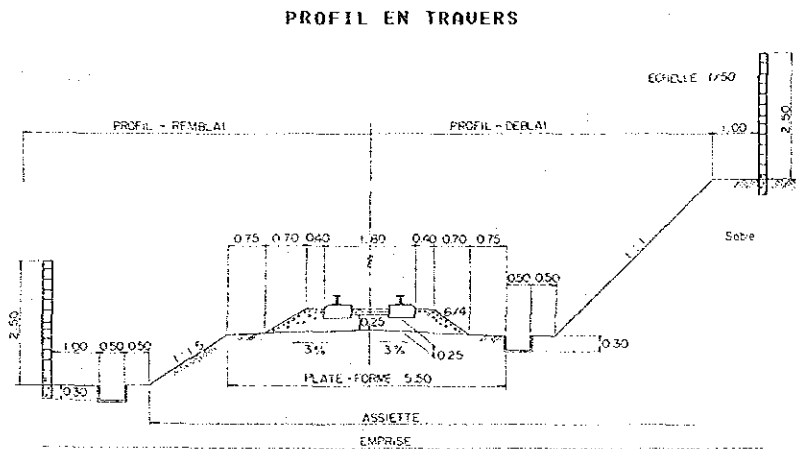


Fig.13.3.1 (1)

GABARIT STANDARD DE
TERRASSEMENT (voie unique)

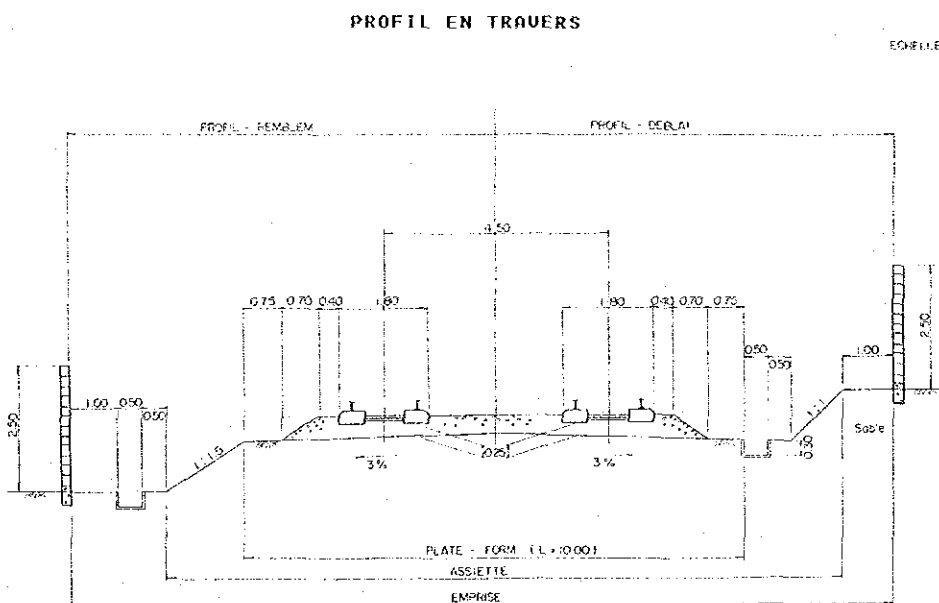


Fig.13.3.1 (2)

GABARIT STANDARD
DE TERRASSEMENT
(voie double)

(2) Gabarits limites d'encombrement

La figure 13.3.2 représente les gabarits limites d'encombrement et de véhicule utilisés auprès de l'ONATRA. La largeur maximale du gabarit d'encombrement est de 1,90 m mesurée depuis le centre de la voie et l'écart entre les gabarits d'encombrement et de véhicule est de 32,5 cm pour un côté.

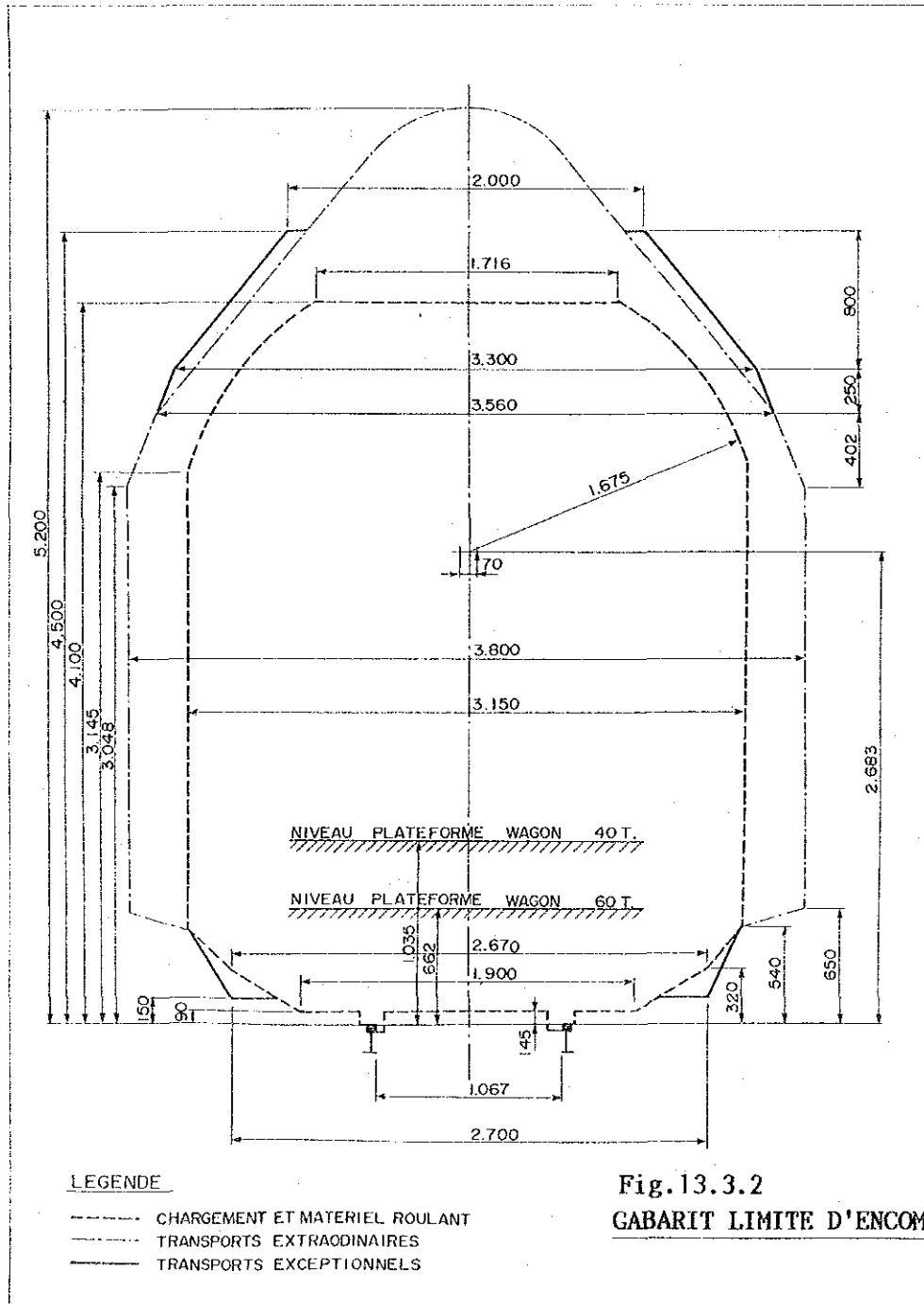


Fig.13.3.2
GABARIT LIMITE D'ENCOMBREMENT

(3) Déblai et remblai

La pente du talus est respectivement de 1:1 et 1:1,5 pour le déblai et le remblai. La banquette de 1,50 m de large est prévue à 3 m depuis la plate-forme. De plus, le caniveau en béton sera implanté, afin d'assurer l'évacuation d'eau de pluie, à l'extérieur de la plate-forme sur les secteurs en déblai et au niveau du terrain naturel ou au pied du talus sur les secteurs en remblai. Une précaution sera aussi prise pour ne pas gêner la canalisation d'évacuation d'eau qui sera interrompue par la présence du remblai, en prévoyant, tous les 50 m en principe, l'implantation de conduites d'eau traversant la voie.

Les surfaces des talus en remblai et en déblai seront gazonnées pour se protéger contre l'érosion de la pluie.

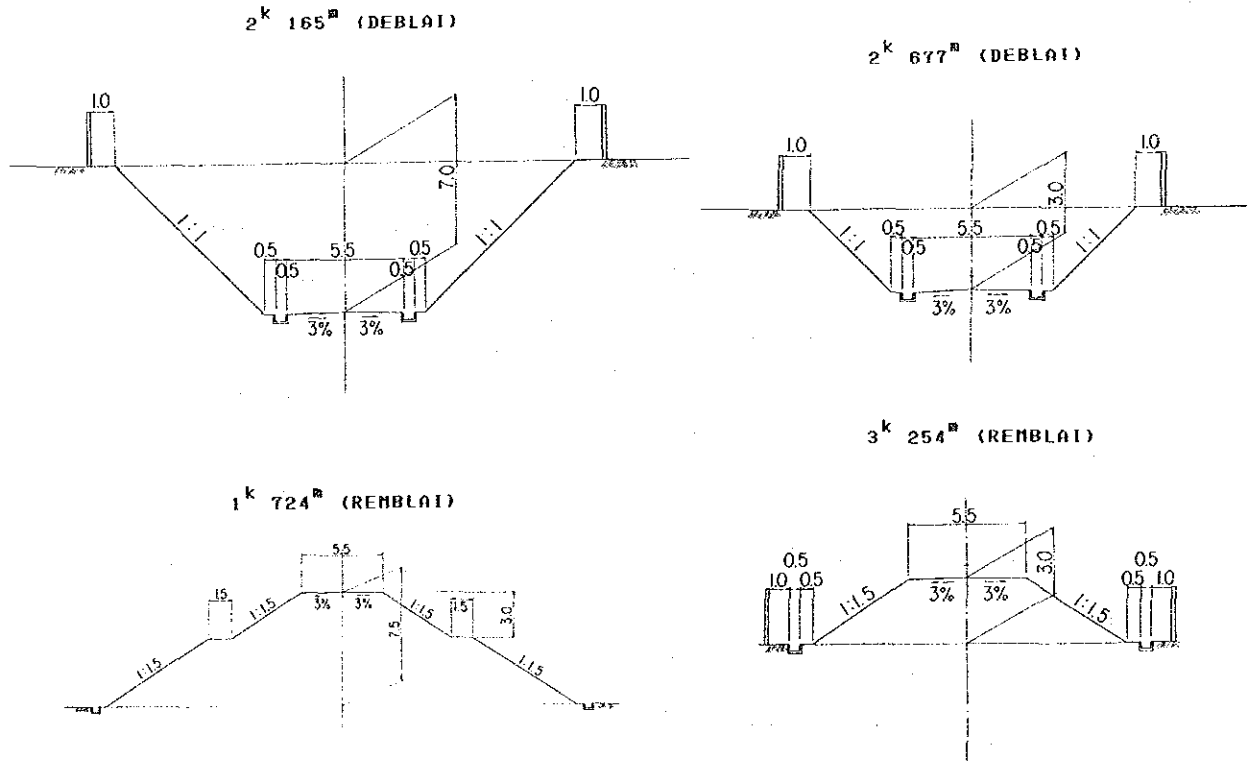


Fig.13.3.3 PROFIL STANDARD EN DEBLAI ET EN REMBLAI

(4) Ponts

D'une longueur totale de 565 m, le pont franchissant la rivière Ndjili passe au-dessus du courant d'eau et du bassin d'inondation.

(Fig.13.3.4~13.3.8)

Sa superstructure est à poutres métalliques (à tablier supérieur, 2×35 m) sur le courant d'eau et à poutres en béton armé (poutre en T, 33×15 m). Un trottoir de 1,3 m de large, sur la poutre, est destiné au passage des piétons habitant sur les deux rives. Une autre est aussi prévue à l'usage exclusif du personnel d'entretien.

Quant à l'infrastructure, le pilier ainsi que la butée seront réalisés en béton armé et pour la fondation on envisagera l'utilisation des pieux en béton armé (L=6 m), compte tenu des résultats obtenus au sondage.

Pour le montage des poutres, on construit d'abord un pont de service sur le courant d'eau. En tous cas, l'échafaudage sera dressé sur toute la section de montage du pont.

Le passage supérieur de l'Avenue Mama Mobutu, d'une longueur de 10 m, sera à poutres en dalle de béton armé.

Par ailleurs, les dalots seront construits pour le franchissement des courants d'eau situés dans les zones d'habitation de Ndjili et de Kimbanseke.

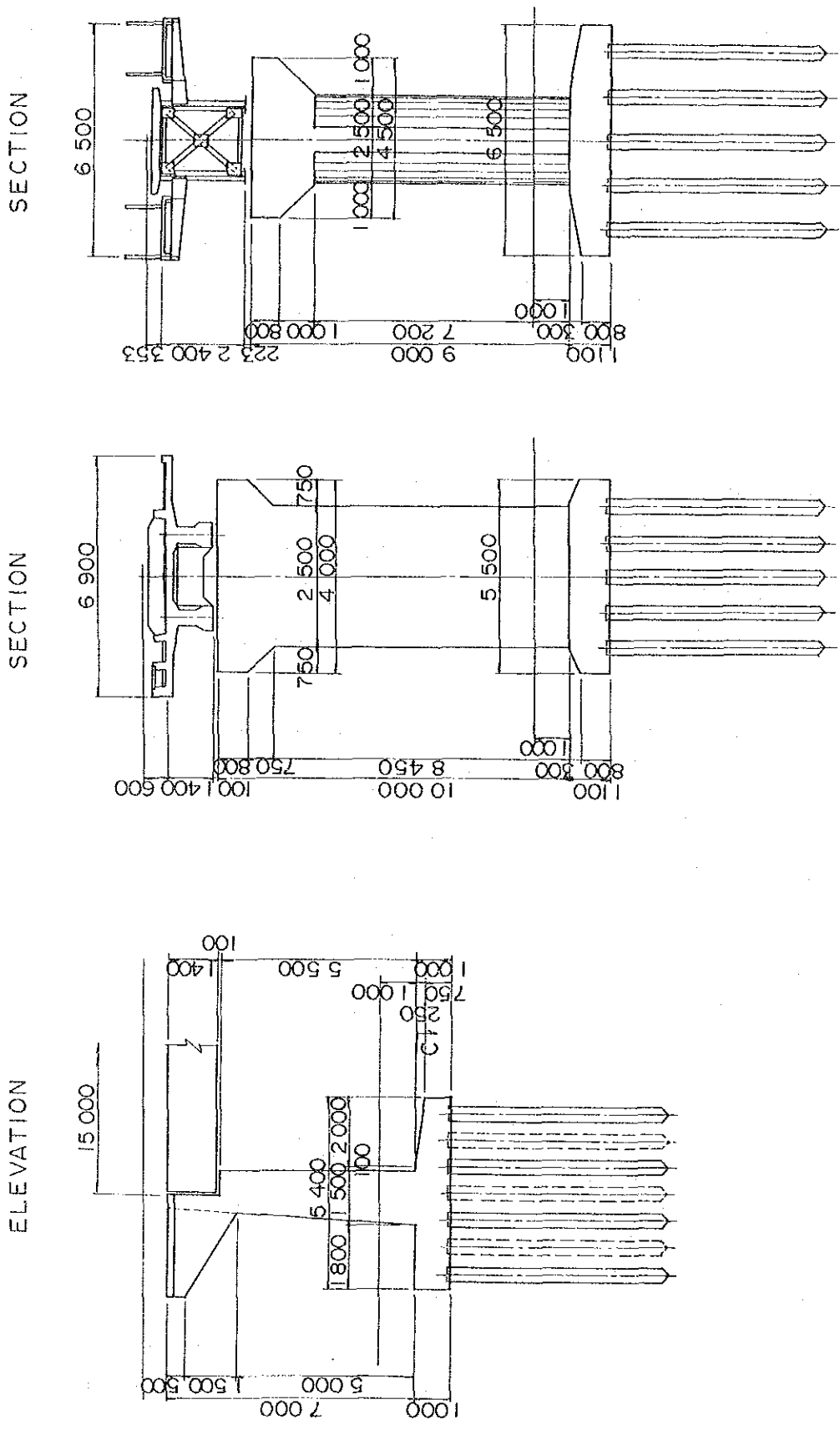
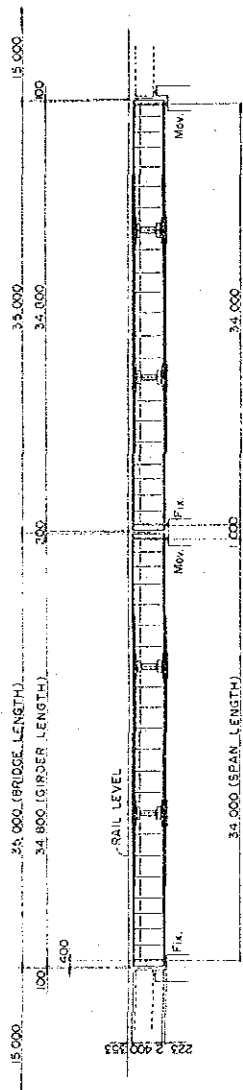
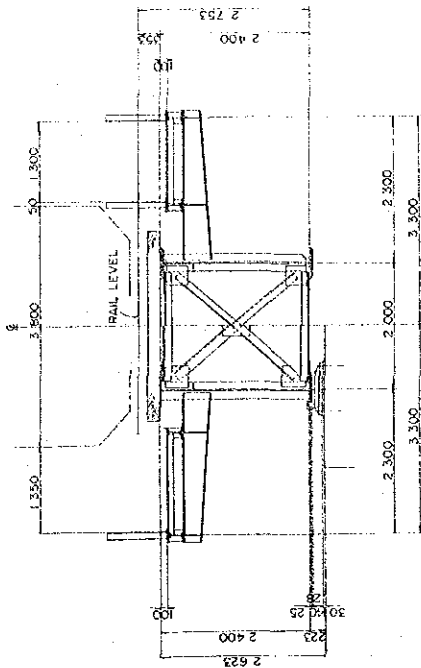


Fig.13.3.5 PILIER ET BUTEE DU PONT SUR LA RIVIERE NDJILI

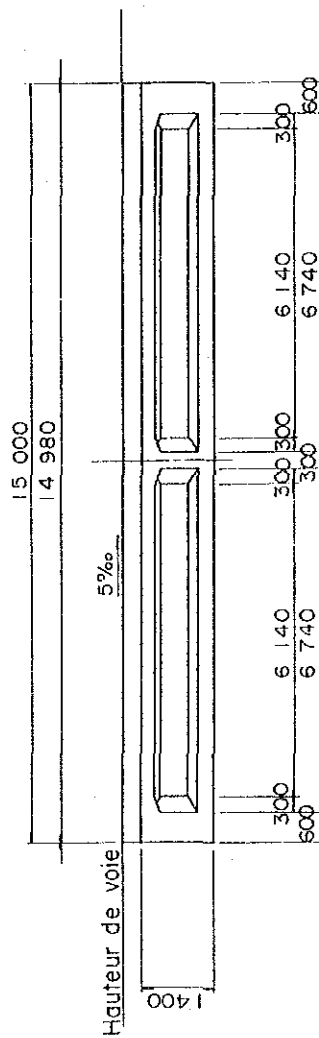
ELEVATION



SECTION



ELEVATION



SECTION

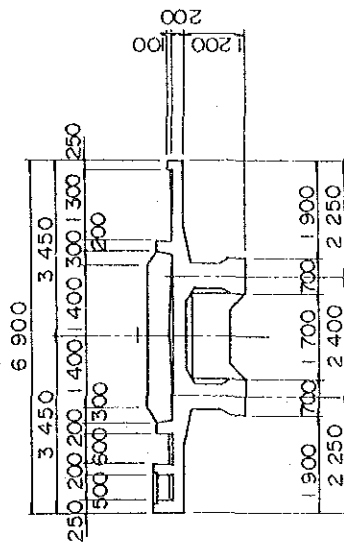


Fig. 13.3.6 POUTRE DU PONT SUR LA RIVIERE NDJILI

2 km 015 m (DEBLAI)

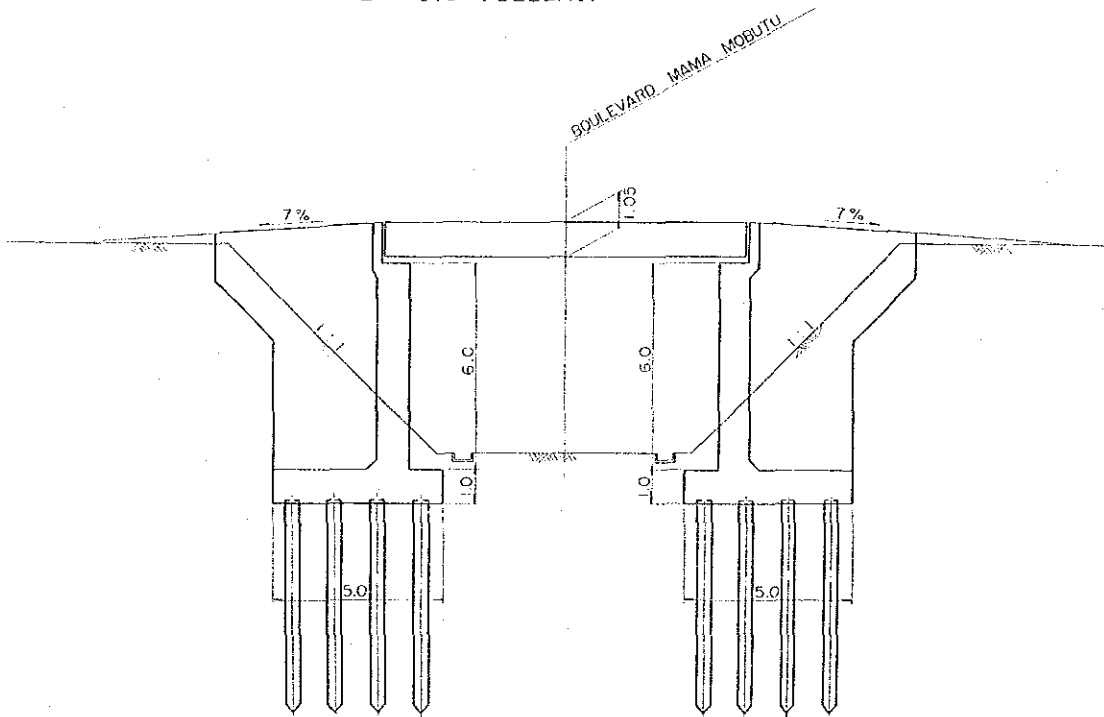


Fig.13.3.7 PASSAGE SUPERIEUR ROUTIER

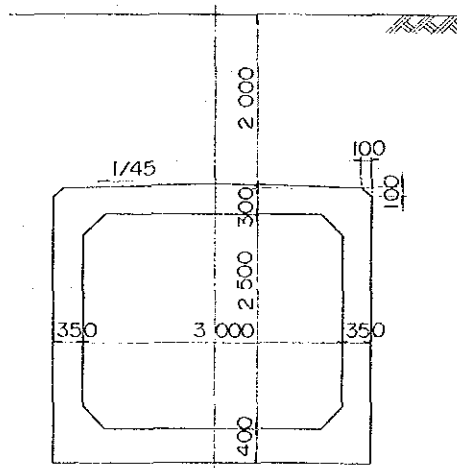


Fig.13.3.8 PONT-CADRE

(5) Murs de clôture

Sur les deux côtés de la voie dans les zones d'habitation, sauf dans les labours, les sites herbeux et le secteur de construction du pont, on construit des murs de clôture en béton d'une hauteur moyenne de 2,5 m afin d'empêcher l'irruption éventuelle de piétons dans l'emprise (Fig.13.3.9).

Cependant, pour assurer une liaison entre les deux sites riverains Nord et Sud, découpés alors par la présence de la voie, un passage destiné uniquement aux piétons (accès interdit aux véhicules) est à implanter à intervalle approprié.

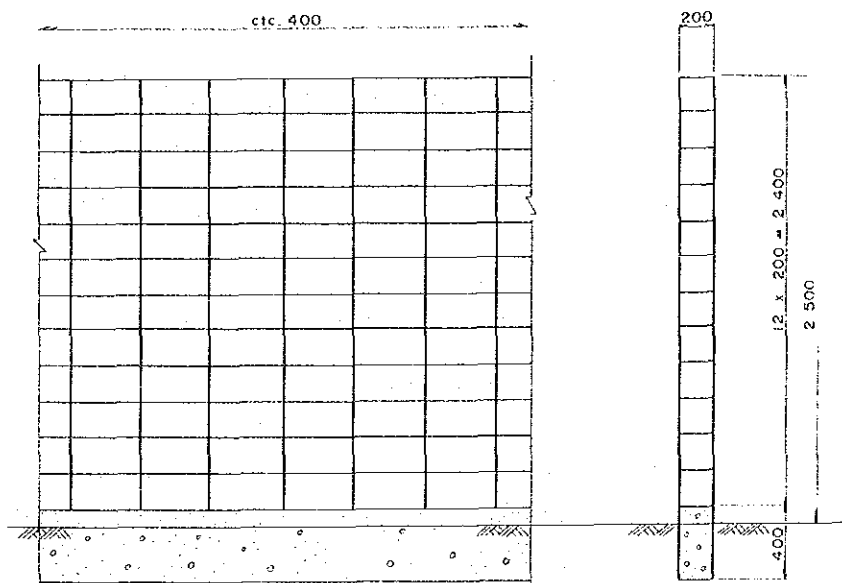


Fig.13.3.9 MUR DE CLOTURE

13-4 GARES FERROVIAIRES

(Fig.13.4.1~13.4.4)

(1) Nouvelle gare de Lemba

Le nombre de voyageurs qui utiliseront cette gare est estimé à 30.100 personnes/jour en 1990, 42.000 en 2000 et 54.800 en 2010.

La nouvelle gare de Lemba est une station de liaison assurant le raccordement de la ligne de Kimbanseke avec la ligne principale.

Etant donné que le projet de construction de la ligne de Kimbanseke suppose le doublement préalable de la voie Matete~Lemba, la liaison entre les deux lignes peut être réalisée par l'implantation d'un rail de jonction et d'un appareil de voie.

Du fait qu'il existe, au point d'interpénétration, une courbure d'un rayon de 1.470 m, le rail de liaison ainsi que le branchement de la ligne de Kimbanseke seront reliés. Ceci permettra d'éviter le branchement en courbure pouvant imposer des contraintes dans l'entretien, à la partie droite de la voie principale (côté Matete pour le rail de liaison et côté Lemba pour le branchement), sur laquelle la gare, elle aussi, sera implantée côté Matete. La distance séparant la gare de Lemba et la nouvelle gare de Lemba (mesurée entre leurs bâtiments principaux) sera donc de 1,3 km approximativement.

Le signal de départ côté Matadi sera situé à 130 m de l'axe de la nouvelle gare de Lemba et le signal d'entrée à 760 m, près de l'appareil de voie côté Kin-Est le plus éloigné de la gare.

Toutefois, le branchement en courbure ou la réalisation d'un rayon de courbure inférieur à 350 m de la nouvelle ligne permettra de rapprocher l'emplacement de la nouvelle gare de Lemba de 300 m ou de 400 m environ de la gare existante de Lemba (voir l'annexe 4).

Dans le cas où l'opération de manoeuvre manuelle est toujours envisagée dans la gare de Lemba existante et que des trains se pénètrent pour ce faire dans la section commandée par le signal d'entrée de la nouvelle gare de Lemba, la distance peu importante entre ces deux gares peut être la cause de gêne empêchant l'exploitation des trains de la ligne de Kimbanseke. Dans ce cas, l'opération de manoeuvre devra s'effectuer dans le vide de circulation avec une communication d'interstations.

En ce qui concerne la forme du quai, on adoptera le quai extérieur pour que les voyageurs ne se trompent pas de quai et pour faciliter une future extension. Il est surélevé, puisque ce type de quai permet de minimiser le temps d'embarquement et de débarquement, ce qui est avantageux quand il s'agit du chemin de fer urbain. La structure de la gare sera étudiée par référence à celle de la gare de Bokassa qui est une construction récente.

La largeur du quai, déterminée en fonction des besoins prévisibles en 2010, est de 5 m, alors sa longueur, dans un premier temps, de 240 m pour accepter une rame de 10 voitures de voyageurs, mais extensible jusqu'à 280 m afin d'accueillir, à l'avenir, une rame de 12 voitures. La toiture couvre une longueur correspondant à 3 voitures, soit 60 m.

Pour calculer la longueur utile du quai, on tient compte de l'arrêt non seulement des trains de la ligne de Kimbanseke mais aussi de ceux de voyageurs affectés sur la ligne principale; elle sera de 380 m (norme en vigueur ONATRA 360 m + distance d'observation des signaux d'ordre de départ).

La traversée sur la voie par les usagers se fait pour le moment au niveau du sol et aux deux extrémités du quai. La construction d'un passage supérieur est à envisager en fonction de l'augmentation du nombre de voyageurs.

Le bâtiment de la gare aura une superficie approximative de 400 m² sur laquelle seront convenablement disposés les différents équipements:

- Equipement de circulation --- hall, passage de circulation
- Equipement de voyageurs --- guichet de billets, bureau pour le règlement
- Equipement utilitaire --- salle d'attente, toilettes
- Equipement pour les services --- bureau de chef, bureau, salle de repos

(2) Gare "Kimbanseke-Ouest"

Le nombre de voyageurs qui utiliseront la gare "Kimbaneske-Ouest" est estimé à 31.400 personnes/jour en 1990, 37.100 en 2000 et 44.600 en 2010.

Du fait du croisement de trains au niveau de cette gare, la voie doit être doublée et le quai du type extérieur. De même que pour la nouvelle gare de Lemba, la largeur et la longueur du quai seront respectivement de 5 m et 240 m (extensible jusqu'à 280 m).

Pour ce qui est de la longueur utile, il suffira de prévoir 300 m (longueur du quai + distance d'observation des signaux d'ordre de départ) pour pouvoir accepter les trains fonctionnant sur la ligne de Kimbanseke.

L'équipement pour le bâtiment de la gare est le même que celui prévu pour la nouvelle gare de Lemba.

(3) Gare "Kimbanseke-Est"

L'étude de prévision montre que les voyageurs potentiels utilisant cette gare seront au nombre de 24.000/jour en 1990, 32.900 en 2000 et 42.300 en 2010.

La gare "Kimbanseke-Est" est la gare terminus de la ligne où 3 rames de trains peuvent être en attente en même temps pour réaliser l'intervalle de 15 minutes. D'où on prévoit 3 voies pour permettre leur départ ou arrivée. En plus, il sera nécessaire de disposer de voies de rotation et d'attente destinées au changement et au transfert de locomotives.

La gare disposera de deux quais. L'un d'entre eux sera un quai intermédiaire dont les deux côtés pourront servir pour les mouvements d'embarquement et de débarquement de voyageurs.

Pour les autres détails tels que la longueur utile et les équipements, voir les pages précédentes relatives à la gare "Kimbanseke-Ouest".

Nous rappelons que, pour déterminer la longueur et la largeur requise du quai, nous nous sommes référés aux normes adoptées par les services CF japonais.

◆ Longueur du quai

= longueur d'une voiture × nombre de voitures composant une rame + marge de distance de franchissement

Longueur d'une voiture	20 m
Marge de distance de franchissement	
- moins de 4 voitures/rame	10 m
- plus de 5 voitures/rame	20 m

◆ Largeur requise du quai

$$= B_1 + B_2 + \gamma$$

$$B_1 = 0,44 (Pa/N)^{1/2}$$

B_1 : Largeur occupée par le mouvement d'embarquement des voyageurs

$$B_2 = 2 Pb / 3.L.N$$

B_2 : Largeur occupée par le mouvement de débarquement des voyageurs

γ : marge (mais 2 m devant le bâtiment principal de la gare)

P_a : Nombre constant et max. de voyageurs d'embarquement par train

P_b : Nombre constant et max. de voyageurs de débarquement par train

N : Nombre de voitures de voyageurs

ℓ : Longueur d'une voiture

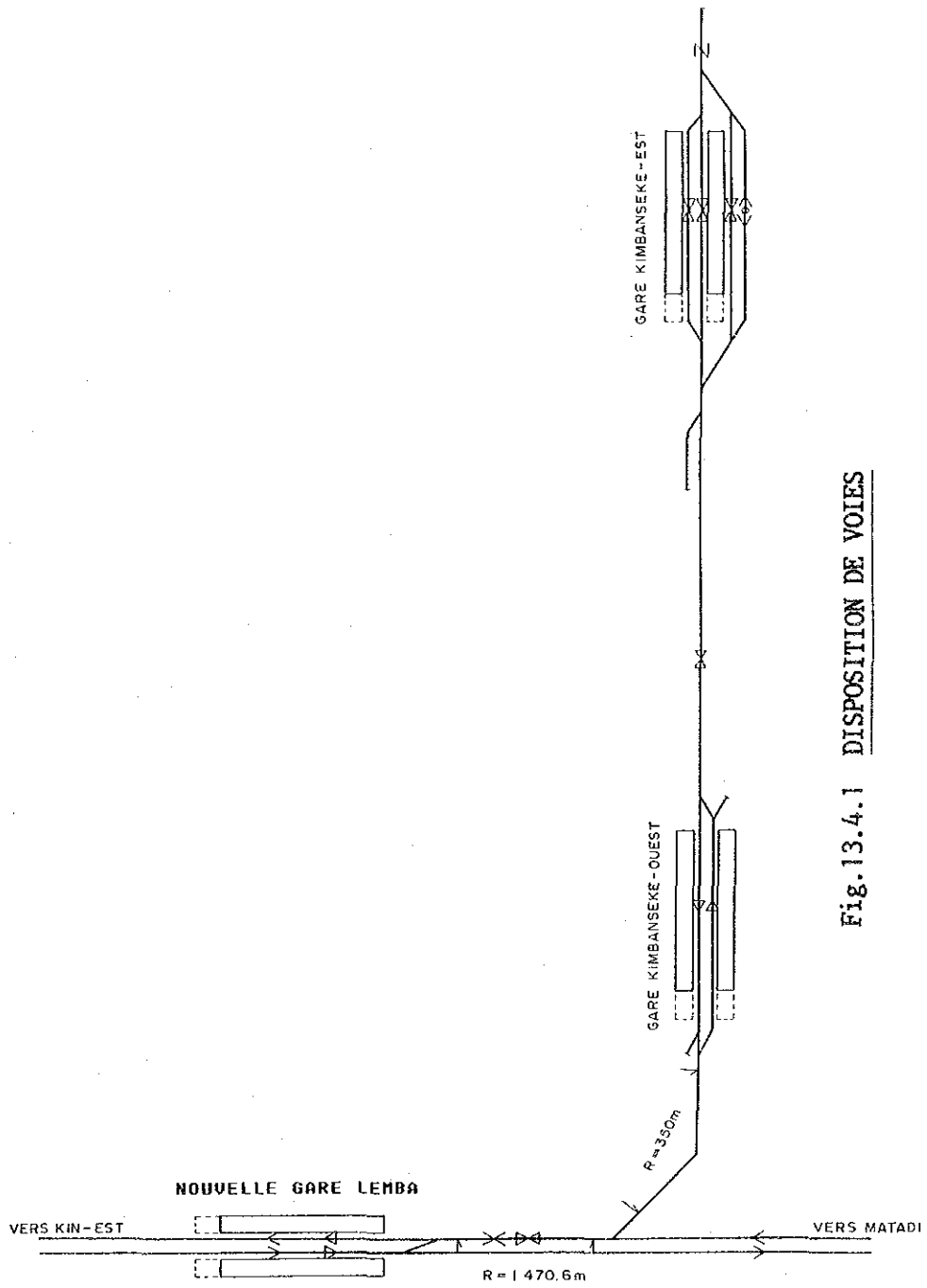


Fig.13.4.1 DISPOSITION DE VOIES

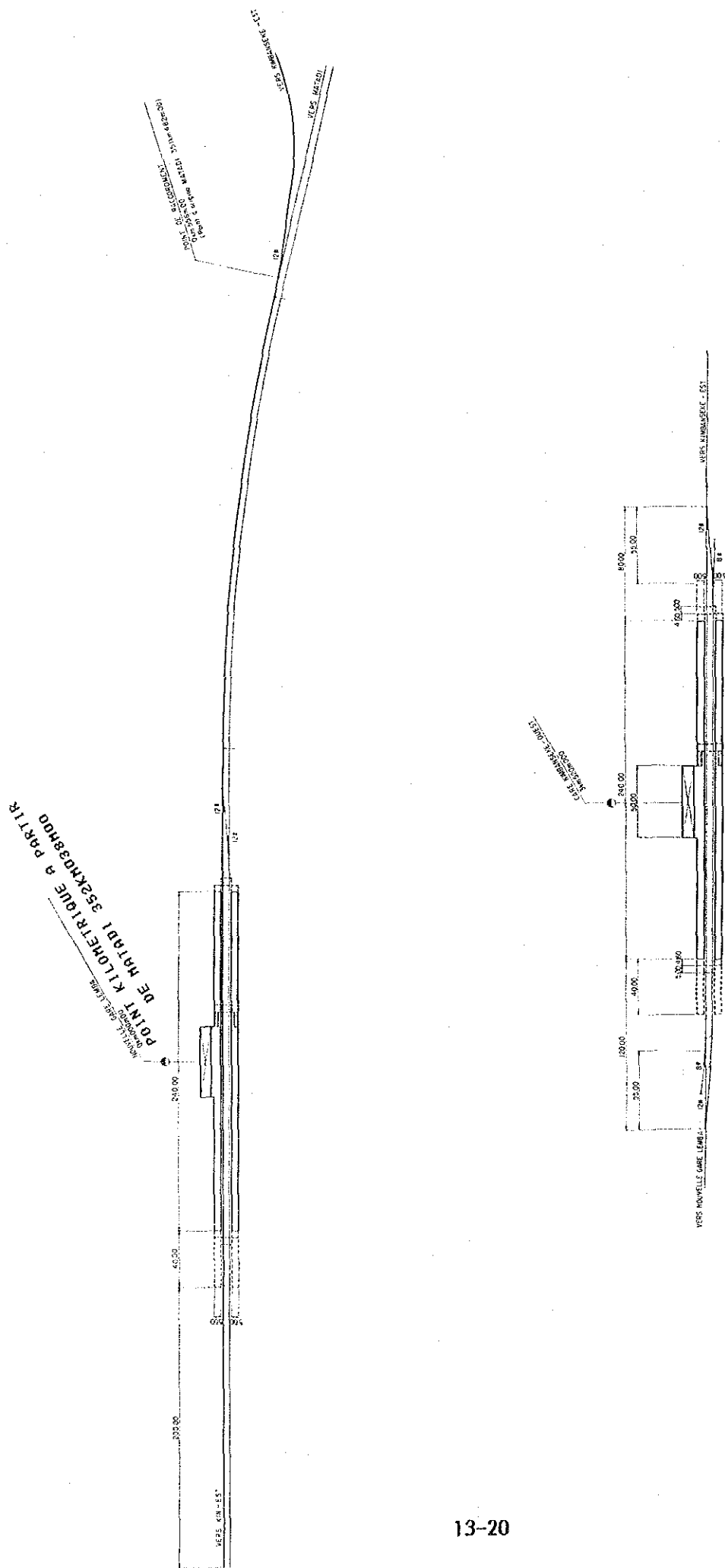


Fig.13.4.2 (1) PLAN DE GARE

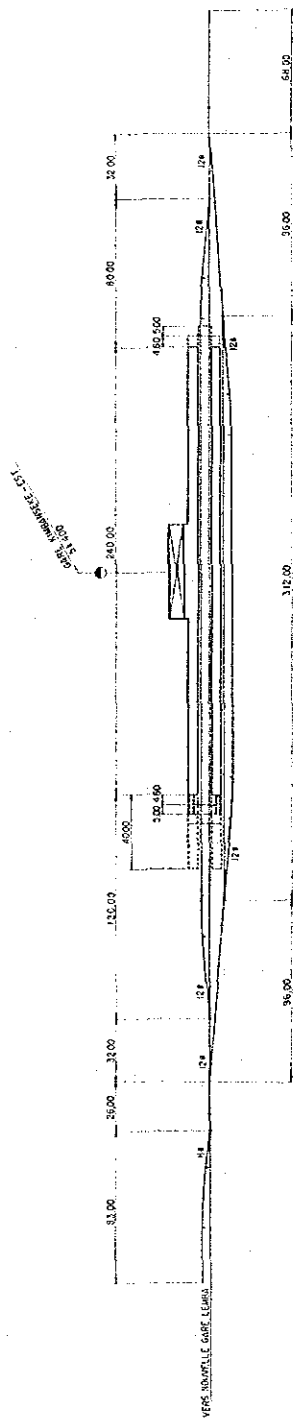
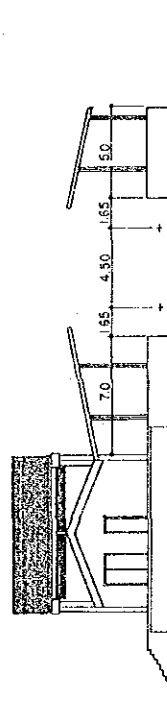


Fig. 13.4.2 (2) PLAN DE GARE

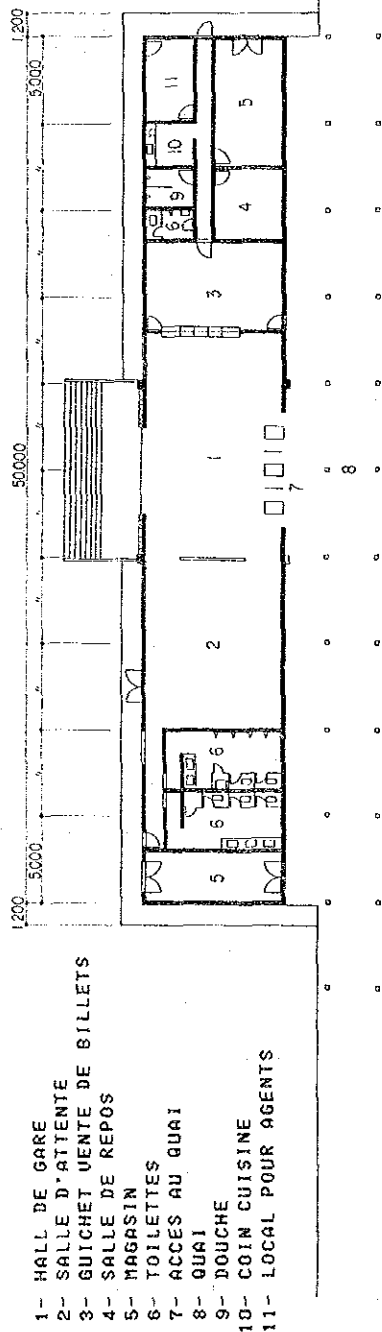


ELEVATION

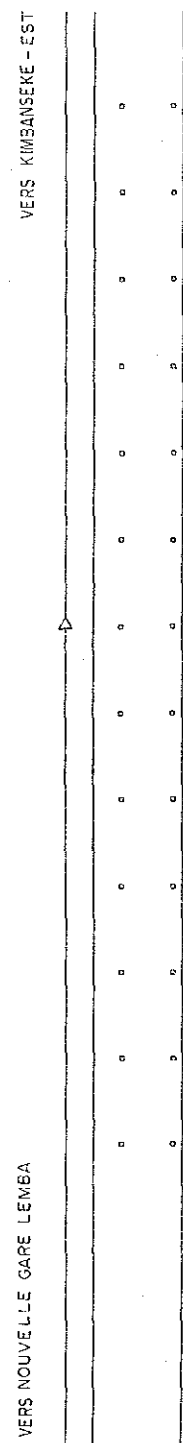
1: 200

Fig. 13.4.3 VUE COUPE DE LA GARE KIMBANSEKE-OUEST

PLAN DU BATIMENT DE LA GARE



- 1- HALL DE GARE
- 2- SALLE D'ATTENTE
- 3- GUICHET UENTE DE BILLETS
- 4- SALLE DE REPOS
- 5- MAGASIN
- 6- TOILETTES
- 7- ACCES AU QUAI
- 8- QUAI
- 9- DOUCHE
- 10- COIN CUISINE
- 11- LOCAL POUR AGENTS



VERS NOUVELLE GARE LEMBA

VERS KIMBANSEKE - EST

ELEVATION 1:200

Fig.13.4.4 VUE EN PLAN ET FACADE PRINCIPALE DE LA GARE KIMBANSEKE-OUEST

(4) Place publique devant la gare

En ce qui concerne les différentes actions d'aménagement pour édifier une place devant la gare qui est appelée à fonctionner comme un noeud des transports d'accès, les coûts ne sont pas pris en compte dans l'inventaire d'investissement nécessaire à la réalisation du présent projet.

Cependant, sont présentées, à titre indicatif, les conceptions de référence relatives à l'aménagement de ce type d'espace public. Elles ne porteront toutefois que sur les gares de "Kimbanseke-Ouest" et "Kimbanseke-Est".

1) Dimension spatiale de la place

Les considérations pour définir la dimension de la place publique devant la gare devront tenir compte des spécificités de la gare elle-même et de son environnement.

Les fonctions qu'on assigne à la place pourront être résumées comme suit:

a. Fonctions de transport

- Interconnexion entre le chemin de fer et les moyens de transport secondaires
- Station pour les kimalu-malu et taxis-bus
- Espace de stationnement pour les kimalu-malu et taxis-bus
- Circulation humaine pour l'achat (équipements commerciaux dans les environs)
- Mouvement de marchandises et de bagages (gare~marchés voisins)
- Circulation de voitures dont le déplacement est lié aux équipements d'environ

b. Fonctions environnementales

- Zone d'amortissement entre l'équipement ferroviaire et les transports secondaires
- Zone de verdure, d'implantation, etc.
- Présence de monument, de fontaine, etc.

L'importance de la place peut être mesurée par la formule suivante, dans l'hypothèse où seules les premières fonctions (celles de transport) soient exigées. Ici, la superficie d'une place est fonction variable de l'effectif d'utilisateurs de la gare:

$$A = 51,65 \chi^{1/2}$$

A: superficie totale (m²)

χ : effectif journalier en moyenne (personnes)

◆ "Kimbanseke-Ouest"

$$A = 51,65 \times (44.600)^{1/2} = 10.910 \text{ m}^2$$

◆ "Kimbanseke-Est"

$$A = 51,65 \times (42.300)^{1/2} = 10.620 \text{ m}^2$$

La conjugaison des fonctions environnementales implique en plus 50% de la superficie calculée ci-dessus, soit au total environ 16.500 m² pour la gare "Kimbanseke-Ouest" et 16.000 m² pour la gare "Kimbanseke-Est".

2) Plan de masse

La forme de la place publique peut varier selon la configuration géographique, la localisation des voies routières et les équipements à implanter dans la place. En tous cas, l'essentiel doit consister à fournir aux usagers le maximum de commodités.

Pour proposer le plan de masse, nous avons étudié les lignes de mouvement de moyens de transport d'accès (kimalu-malu, taxi-bus, etc.) et de piétons en tenant compte de la dimension définie des deux gares (Fig.13.4.5).

a. Gare "Kimbanseke-Ouest"

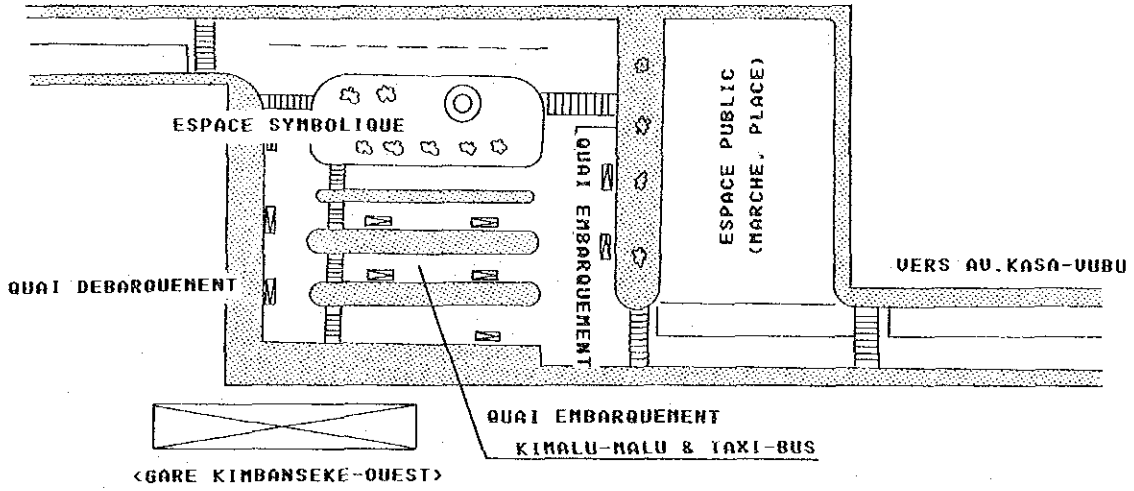
On pourra mettre en valeur l'espace existant du Centre Kimbanguiste, situé au Nord de la gare, pour réaliser, en parallèle à la voie ferrée, une place dont la surface s'étend 16.500 m² environ. Elle sera reliée à l'Avenue Kasa-Vubu par la construction d'une voie de liaison longue d'environ 100 m.

b. Gare "Kimbanseke-Est"

Cette gare constitue le terminus de la ligne. Elle est appelée donc, du fait de l'absence d'un pôle d'attraction dans les environs, à fonctionner comme un noyau urbain pouvant favoriser le développement de la partie Est de la zone de Kimbanseke. La place aura une superficie de 16.000 m² et se situera au Nord de la gare ferroviaire.

La route de Mukali est la voie routière la plus proche de la place (située quand-même à 250 m à l'Est) donnant accès à l'Avenue Lumumba. Une route devra donc être construite en partant de cette première afin de faciliter l'accès des voyageurs à la gare.

GARE KIMBANSEKE-OUEST



GARE KIMBANSEKE-EST

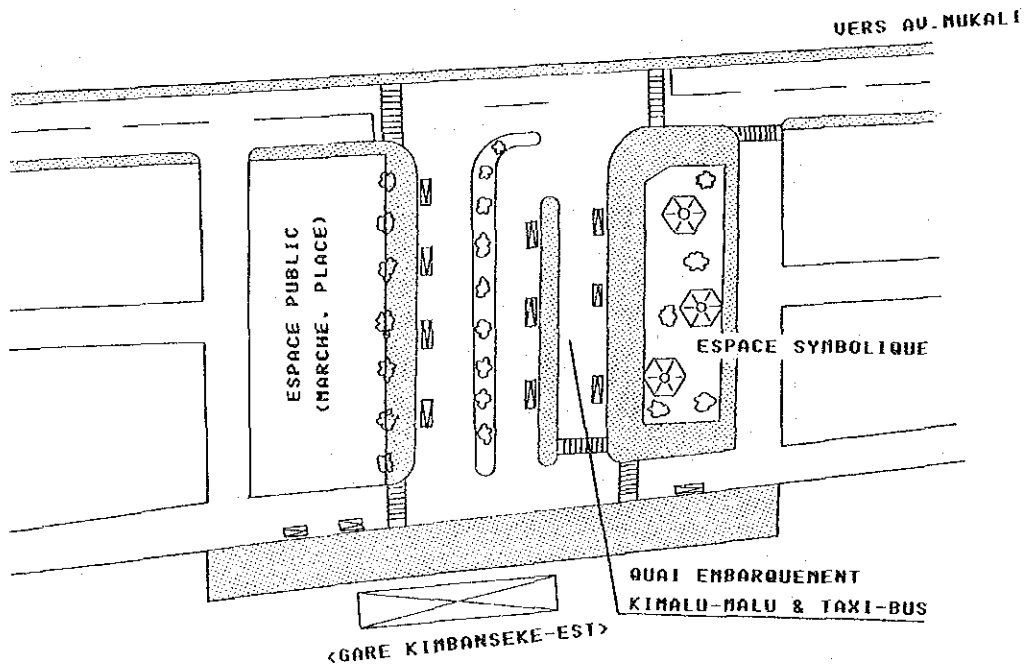


Fig.13.4.5 PLACE PUBLIQUE DEVANT LA GARE

13-5. SIGNALISATION ET TELECOMMUNICATIONS

(1) Equipements de signalisation

Pour établir le plan d'équipements de signalisation, on se basera, bien entendu, sur les règles d'opération et sur les normes d'installation en vigueur ainsi que sur le principe de sécurité de l'exploitation.

L'étude respectera particulièrement les impératives suivantes:

- Amélioration de la sécurité
- Facilité de la manipulation et de l'entretien des équipements
- Possibilité d'extension future
- Efficacité économique

1) Système de cantonnement [cantonnement automatique sur la voie simple]

Le système de cantonnement qu'on adopte pour la ligne consiste à assurer le block de trains sans implanter particulièrement les signaux de cantonnement entre les gares, à savoir le cantonnement se fera par l'intercommunication des gares en ne laissant qu'un seul train sur l'interstation.

2) Signaux [signaux lumineux]

Le système de signalisation comprend les signaux lumineux d'entrée, de sortie et à distance. Dans l'emprise de la gare "Kimbanseke-Est" où s'effectue la manoeuvre de train, des signaux de manoeuvre seront installés. Par ailleurs, les signaux de sortie implantés à la nouvelle gare de Lemba seront munis d'indicateur de direction.

Les feux du signal seront identiques à ceux actuellement adoptés sur le réseau existant. La figure 13.5.1 représente la disposition des signaux.

3) Système d'enclenchement [enclenchement tout relais]

L'adoption du système d'enclenchement tout relais permettra d'obtenir les meilleures conditions quant à la sécurité et à la manipulation.

4) Manoeuvre d'aiguille [manoeuvre électrique]

On introduit l'appareil de manoeuvre électrique permettant de réduire le temps de manoeuvre et de simplifier le système d'enclenchement.

5) Détection des trains [par circuit de voie]

La détection des trains par circuit de voie utilisant le courant du secteur à 50 Hz est une solution économique et stable. Le circuit de voie sera aménagé de façon à obtenir convenablement l'effet de court-circuitage du rail.

6) Commande de la circulation [commande centralisée de circulation]

La commande centralisée sera mise en place pour commander et surveiller la circulation des trains. Le système électronique est à adopter en raison de sa fiabilité et de la transmission rapide d'ordres. Le centre de commande CCC, destiné à l'exploitation de la ligne de Kimbanseke, sera placé, avec un poste de commande et un panneau de contrôle, au sein de la salle de commande de l'ONATRA.

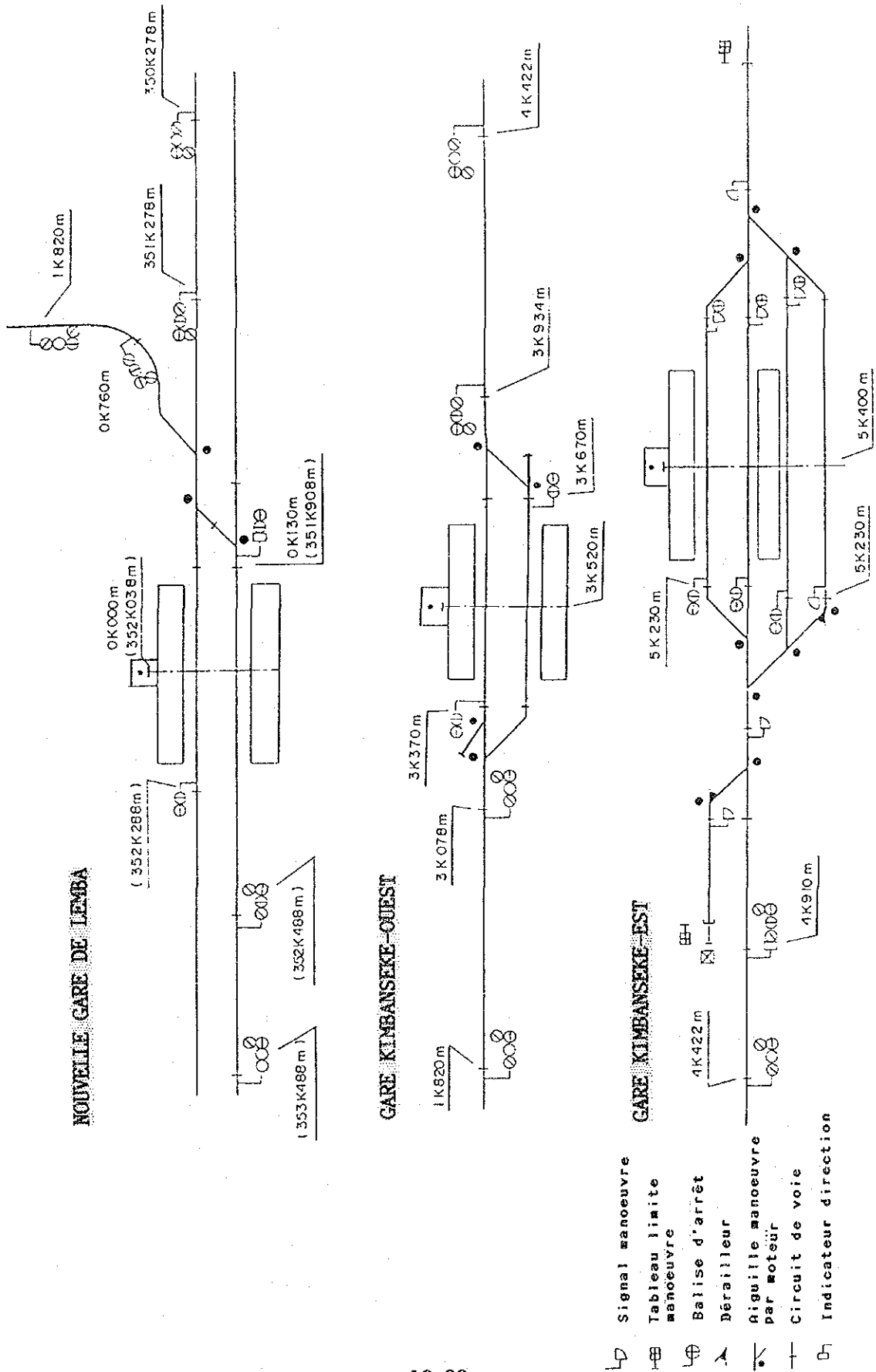


Fig.13.5.1 DISPOSITION DES SIGNAUX

La pose du câble CCC se fera en empruntant le câble à air de télécommunication (21P) jusqu'à la nouvelle gare de Lemba et une partie du câble de télécommunication entre la nouvelle gare de Lemba et la gare "Kimbanseke-Est".

7) Sécurité du passage à niveau [signal avertisseur et barrière]

Pour ce qui est du système de sécurité au passage à niveau, il doit être défini en fonction de différents critères tels que le trafic routier, la fréquence de service, la visibilité, etc.

En tout état de cause, la mise en place d'un signal avertisseur et d'une barrière est indispensable pour le passage à niveau du fait de l'accroissement prévisible du trafic routier et dans le but de prévenir tout accident.

Le signal avertisseur se met à fonctionner par la détection du train (par circuit de voie ou par détecteur électronique). Il s'arrête également par détecteur électronique placé à niveau.

8) Câblage

Les câbles en vinyle à mettre en place dans l'emprise de la gare et sur l'interstation pour le système de signalisation seront directement enterrés.

Lorsque les câbles traversent le rail, ils seront posés dans le trou d'homme, protégés par un moyen adéquat (tuyau centrifugé, etc.). Sur le pont, les câbles seront intégrés dans la structure.

9) Source électrique

Le courant électrique pour le fonctionnement des signaux au niveau de chaque gare peut être obtenu à partir de la source électrique disponible dans les environs. La gare possèdera de toute façon un groupe électrogène en prévision des pannes électriques.

Quant aux signaux à distance, ils seront alimentés par les câbles de signal en provenance de la gare. Pour les équipements de sécurité affectés aux passages à niveau, situés sur l'interstation, on utilise le courant du secteur disponible mais aussi la batterie le cas échéant.

(2) Equipements de télécommunication

On reprendra, également dans cette étude d'un plan d'aménagement d'équipements de télécommunications, les impératives décrites au paragraphe précédent.

1) Téléphone d'abonnement

Le téléphone d'abonnement équipera chacune des gares afin de maintenir des communications de service entre la gare et les services concernés (administratif, etc.).

2) Téléphone pour la commande

Par ce téléphone installé à chaque gare, les informations générales concernant l'exploitation sont transmises, de plus le centre de commande peut prendre contact avec une gare ou avec toutes les gares à la fois et vice versa.

3) Téléphone pour l'entretien

Ce téléphone dont dispose chacune des gares de la ligne sert à la communication lors de l'engagement de travaux d'entretien pour les équipements de signalisation et de télécommunication, etc.

4) Téléphone interstation

Ce téléphone permet d'établir la communication dans les sections où s'effectue le cantonnement.

5) Radiotéléphone de train

Ce téléphone permet d'échanger des informations entre le machiniste et le dispatcher au poste central. Le système radiotéléphonique comprend un panneau de commande, un dispositif de commande centralisée (au poste central CCC) ainsi qu'une station de base et des stations mobiles (trains).

La transmission d'informations entre le poste central CCC et la station de base se fait au moyen du câblage de télécommunication.

Pour le cas de la ligne de Kimbanseke, la station de base sera construite dans l'emprise de la gare "Kimbanseke-Est". L'adoption du système à ondes d'espace permet non seulement de transmettre les informations sur la ligne mais également de laisser une possibilité d'extension future du tracé. La bande de fréquence sera de 150 MHz.

6) Information sonorisée

Dans le but d'améliorer le service pour les voyageurs, chaque gare se dotera d'équipement d'information sonorisée. Les informations concernant l'arrivée des trains, l'appel de sécurité, etc. seront données en fonction de la pénétration ou du départ du train et du flux de voyageurs.

7) Conduite électrique

La conduite regroupant les câbles des équipements de télécommunication, décrits ci-dessus, sera implantée entre la nouvelle gare de Lemba et la gare Kimbanseke-Est. Ses caractéristiques techniques sont les suivantes:

- a. On adoptera le câble alimentaire ayant un excellent équilibre du circuit afin de réduire les parasites.
- b. De même que les câbles destinés à la signalisation, les câbles de télécommunication seront soit enterrés soit posés sur le pont.
- c. La conduite intègre les circuits pour la CCC et pour la commande des signaux interstation.
- d. Les détails du circuit de télécommunication sont donnés à la figure 13.5.2.

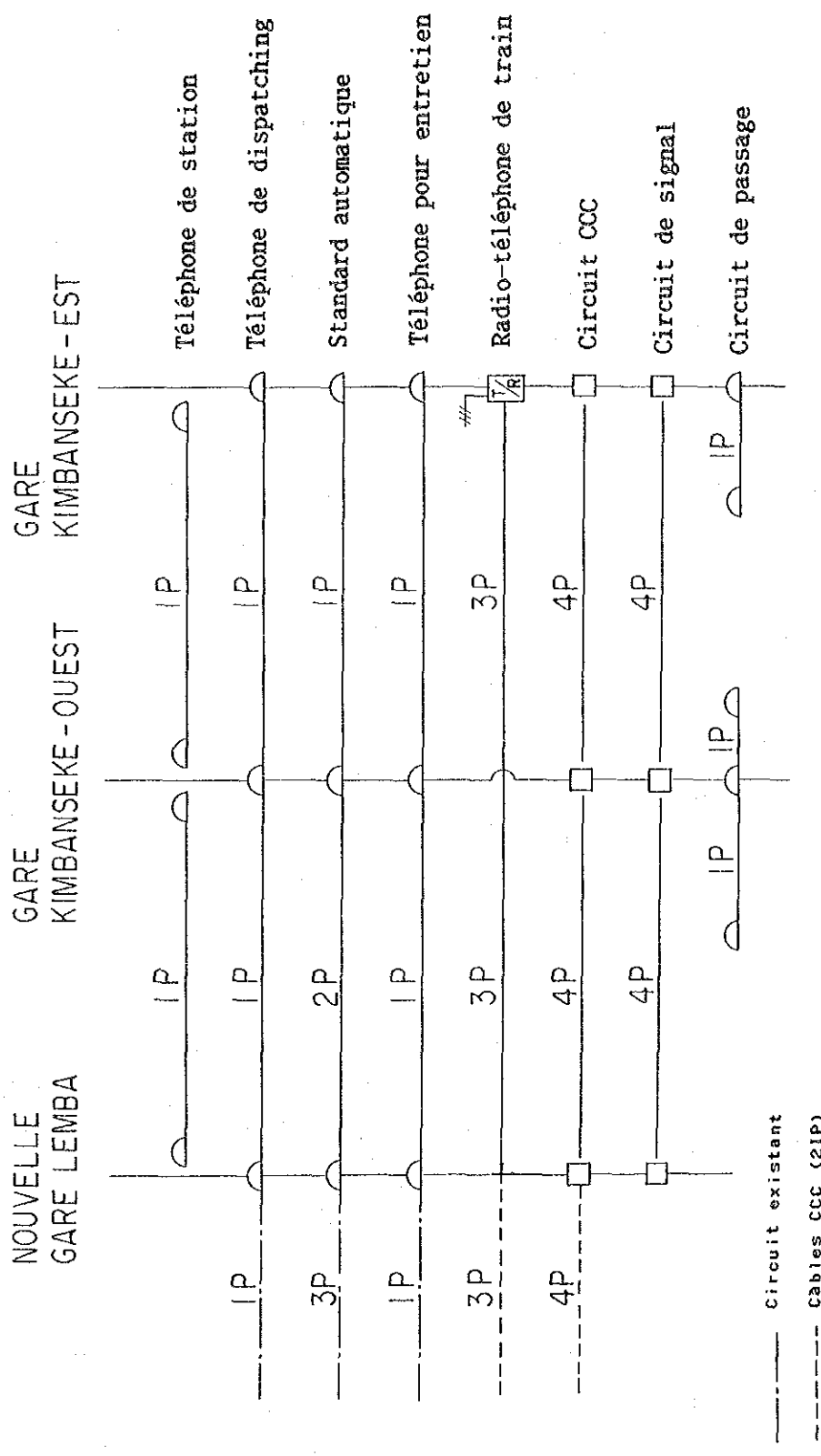


Fig. 13.5.2 CIRCUITS DES CABLES POUR LA TELECOMMUNICATION

13-6 EXPROPRIATION

(1) Procédure d'expropriation

L'ensemble du terrain du pays appartient à l'Etat, alors que les cadres bâtis, les produits agricoles, les arbres, etc. reviennent aux propriétés privées.

De ce fait, seules ces propriétés privées feront l'objet des indemnités lorsqu'il s'agit de l'acquisition du terrain envisagée dans le cadre de travaux publics.

La figure 13.6.1 représente l'ensemble de procédure d'expropriation, déterminée par la "Loi n° 77/001 du 22 février 1977 sur l'expropriation pour cause d'utilité publique", qui sera mise en application évidemment lors de la mise en oeuvre du projet de construction de la ligne de Kimbanseke.

(2) Délai d'expropriation

Etant donné qu'aucun projet routier ou ferroviaire, semblable au présent projet, ayant trait à l'expropriation d'un site situé dans l'agglomération existante n'a été engagé jusqu'à ce jour, nous n'avons pas pu étudier la référence.

Toutefois, l'interprétation du texte de la loi citée ci-dessus et certaines informations fournies par le Département des Affaires Foncières nous permettent de supposer que le délai d'expropriation nécessaire pour la réalisation d'une nouvelle voie ferrée est compris entre 6~12 mois (Tableau 13.6.1).

Fig.13.5.3 PROCEDURE D'EXPROPRIATION

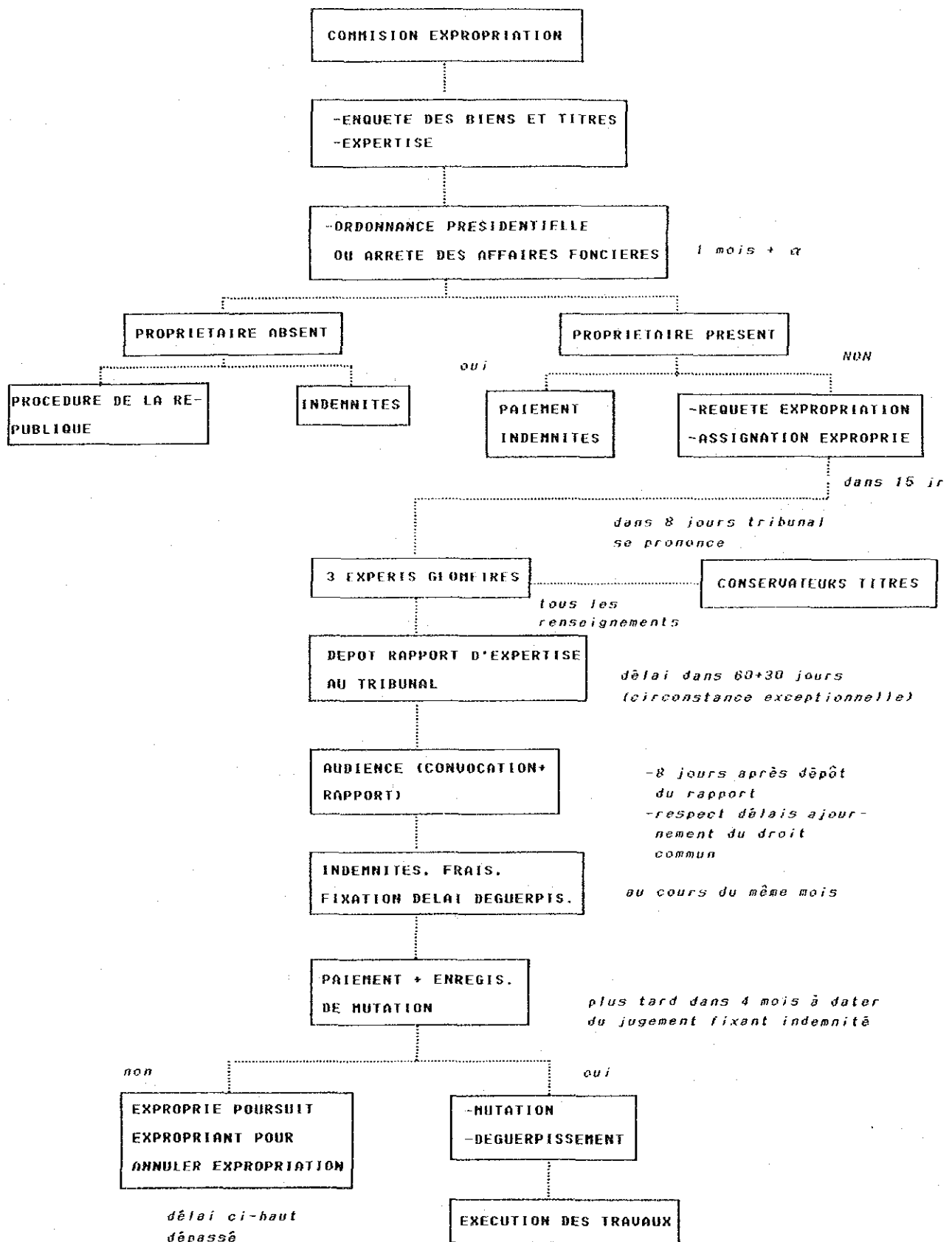


Tableau 13.6.1 DELAI D'EXPROPRIATION

(unité: jours)

Procédure administrative		①	②	③
1	Publication Ordonnance présidentielle (ou arrêté) jusqu'au rapport au Commissaire d'Etat aux A.F	30	30	
2	Audience du tribunal	-	15	
3	Tribunal statue sur la régularité de la procédure	-	8	
4	Expertise		X_1	15
5	Convocation des parties par le tribunal	-	8	-
6	Tribunal statue indemnisation, frais.	-	30	-
7	Délai de déguerpissement	X_2	X_3	-
8	Paiement des indemnités	-	120	15
9	Distribution des terrains	-	-	60
10	Préavis	-	-	180
T O T A L		$30+X_2$	$211+X_1+X_2$	270

(Source: Département des Affaires Foncières et OEBK)

- ① Accord de l'exproprié sur l'expertise.
 ② Désaccord de l'exproprié sur l'expertise.
 ③ D'après l'expérience d'un membre des Affaires Foncières.

X_1 : Fixé par le tribunal
 X_2 : Fixé par l'ordonnance ou par l'arrêté
 X_3 : Fixé par le tribunal

Chapitre 14 COÛTS ET PHASAGE D'INVESTISSEMENT

14-1 COÛTS D'INVESTISSEMENT

(1) Prix de matériaux et taux de change

Pour l'estimation des coûts d'investissement quant à l'alternative B dont l'option a été justifiée comme étant optimale, nous avons utilisé les prix courants pratiqués en date de juillet 1987.

Le taux de change adopté est: 1 US\$ = 120 zaires = 150 yens japonais.

(2) Préalables à l'estimation des coûts de construction

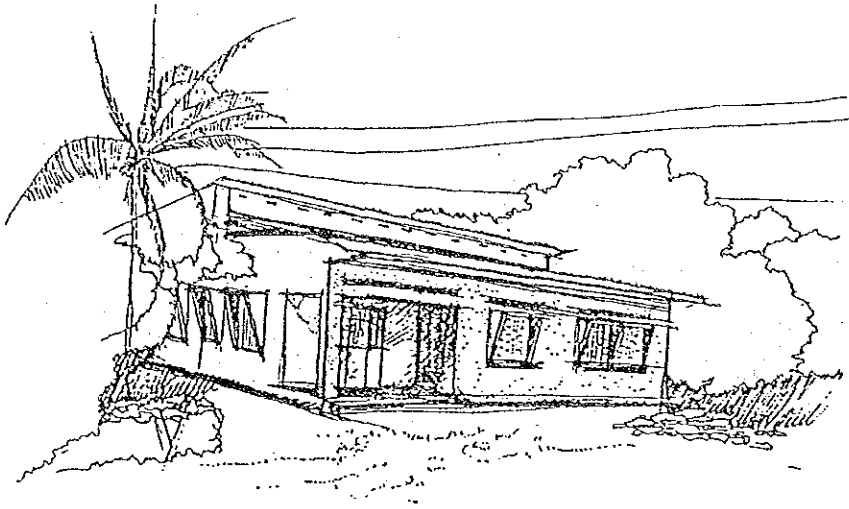
Les coûts de construction comportent ceux afférents aux terrains, aux travaux, aux engins ainsi que les coûts d'ingénierie et les imprévus.

1) Coûts d'acquisition des terrains

a. Du fait que les terrains appartiennent à l'Etat, les coûts d'expropriation ne concernent que les indemnités pour le cadre bâti et les produits agricoles.

b. Les maisons faisant l'objet de la démolition sont classées en trois catégories (A), (B) et (C) selon lesquelles on estime le frais d'indemnité. Toutefois, la surface bâtie de chaque maison nous reste imprécise, nous nous appuyons sur les résultats de l'enquête sur site. La surface de maison de chaque catégorie est supposée comme suit:

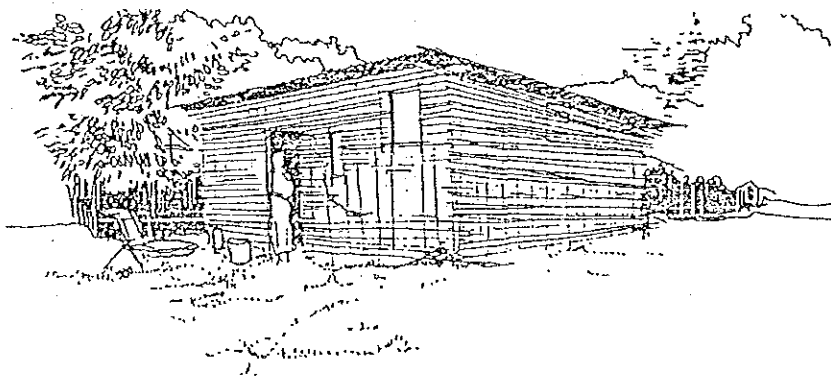
Fig.14.1.1 CATEGORIES DE LA MAISON



Catégorie A



Catégorie B



Catégorie C

Dessins: Marc PAIN, "Kinshasa, la ville et la cité" , pp.160, 162 et 164
(Paris, 1984, éd. de l'ORSTOM)

- Catégorie (A) 70 m²/maison
- Catégorie (B) 55 m²/maison
- Catégorie (C) 40 m²/maison

2) Coûts de travaux et de matériels de construction

- a. Dans les coûts de travaux, sont inclus les coûts afférents à la main d'oeuvre, aux matériaux ainsi que les frais divers.
- b. Par les coûts de matériels de construction, on entend les coûts relatifs aux principaux engins nécessaires pour les travaux de construction (camion à benne basculante, camion, grue, bulldozer, pompe à béton, compresseur, rouleau compresseur, matériels pour la pose de voie, etc.). Les coûts estimés correspondent aux prix CIF + frais de transport local.
- c. Les matériels et matériaux de construction importés sont détaxés.
- d. Pour obtenir les coûts de main d'oeuvre, de matériels et de matériaux de construction, on les calcule sur la base des données reflétant les réalités du Zaïre et du Japon.
- e. En ce qui concerne les coûts de divers travaux supplémentaires (caniveaux, conduites d'évacuation d'eau, aqueduc, toiture du quai, pont provisoire de service, transfert d'équipements électriques-SNEL, transfert d'équipements alimentation et assainissement d'eau-REGIDESO, etc.), nous avons majoré de quelques points le coût direct de construction de chaque domaine, soit 10% pour les travaux génie-civil et 5% pour les travaux électriques.

f. Les coûts de travaux et de matériels de construction sont divisés en portion de devise étrangère et en portion de monnaie locale (Tableau 14.1.1).

Tableau 14.1.1 PORTION DES COÛTS

	Rubriques
PORTION EN DEVISE ETRANGERE	1- Matériaux et matériels de construction importés. 2- Portion en devise étrangère requise à l'approvisionnement local des matériaux et des matériels de construction. 3- Main d'oeuvre étrangère. 4- Portion en devise étrangère des différents frais relatifs aux constructeurs étrangers.
PORTION EN MONNAIE LOCALE	1- Portion en monnaie locale requise à l'approvisionnement local des matériaux et des matériels de construction. 2- Main d'oeuvre locale. 3- Portion en monnaie locale des différents frais relatifs aux constructeurs étrangers et locaux. 4- Taxes et impôts.

(Source: Equipe d'étude JICA)

3) Coûts d'ingénierie

Ce sont les coûts nécessaires pour les études, la conception et l'assistance aux travaux qui correspondent à 12% des coûts de travaux.

4) Imprévus

L'estimation des imprévus est faite de la façon suivante:
 (coûts de travaux + coûts de matériels + coûts d'ingénierie)
 × 10%.

(3) Préalables à l'estimation des coûts du matériel roulant

- a. Pour les locomotives, les coûts ne sont pas estimés dans l'investissement, du fait que leur parc ne varie pas entre les hypothèses "projet réalisé" et "projet non réalisé".
- b. Quant aux voitures à voyageurs, nous avons tenu compte de la différence du parc existant entre les hypothèses, soit 41 voitures.
- c. Ces 41 voitures à voyageurs seront approvisionnées en trois phases:

1990	22
1999	6
2000	13 voitures

- d. Le prix unitaire de voiture détaxé est de 39.000.000 zaires en CIF.

(4) Coûts d'investissement

Les coûts d'investissement, estimés sur la base des préalables décrits ci-dessus, sont donnés en récapitulation dans le tableau 14.1.2.

Ils sont répartis de la façon suivante:

Coûts de construction	2.347 millions de Z
Coûts du matériel roulant	1.599
TOTAL	3.946

dont l'investissement initial	3.205 millions de Z
l'investissement supplémentaire ...	746

Portion en monnaie locale	882 millions de Z
Portion en devise étrangère	3.064 millions de Z

Tableau 14.1.2 COÛTS D'INVESTISSEMENT

(en millions de Z)

Rubriques investissement		Unité	Q'té	Coûts d'investissement				
				D.E	M.L	TOTAL		
COÛTS DE CONSTRUCTION	TERRAINS	Site résidentiel	m2	103.600	0	253	253	
		Site non résidentiel	m2	19.300	0	4	4	
		Démolition	m	4.500	3	3	6	
		TOTAL			3	260	263	
	TRAVAUX	PLATE-FORME	Terrassements	m	1.000	1	18	19
			Déblai	m3	73.400	10	27	37
			Remblai	m3	81.800	7	25	32
			Talus	m2	39.200	14	6	20
			Mur clôture	m	9.400	12	35	47
			Travaux divers		ensemble	3	13	16
S-TOTAL					47	124	171	
PONT		Pont riv. Ndjili	m	565	287	97	384	
		Pont routier		pont	12	5	17	
		Travaux divers		ensemble	30	10	40	
S-TOTAL			329	112	441			
VOIE	Pose voie	km	6,6	235	109	344		
	Appareil voie		14 jeux	49	3	52		
	Travaux divers		ensemble	29	11	40		
S-TOTAL			313	123	436			
GARES	Quai (larg.5m)	m	1.740	9	16	25		
	Bâtiment	m2	1.200	5	105	110		
	Travaux divers		ensemble	2	12	14		
S-TOTAL			16	133	149			
S & T	Signalisation		1 jeu	249	5	251		
	Télécommunication		1 jeu	22	5	27		
	Travaux divers		ensemble	13	1	14		
	S-TOTAL			281	11	292		
TOTAL				986	503	1.489		
MATERIELS CONSTRUCTION			ensemble	225	2	227		
INGENIERIE				118	61	179		
IMPREVU				133	56	189		
TOTAL				1.465	882	2.347		
M.P.	VOITURES A VOYAGEURS (1)	v.	41	1.599	0	1.599		
	TOTAL			1.599	0	1.599		
TOTAL INVESTISSEMENT				3.064	882	3.946		
TOTAL EN US\$ (en millions de \$)				25,5	7,4	32,9		

(Source: Equipe d'étude JICA)

(1) Taxe administrative non comprise.

14-2 PHASE D'INVESTISSEMENT

Le tableau 14.2.1 représente le phasage d'investissement.

Comme on le voit dans le tableau, la recherche de fonds, la conception détaillée ainsi qu'une partie de l'expropriation seront engagées depuis 1988. Les travaux, commençant à partir de l'année 1989, s'effectueront pour une durée de 2 ans pour envisager la mise en exploitation commerciale au début de 1991. Les coûts prévus pour l'investissement supplémentaire couvrent le renforcement du parc de voitures de voyageurs et le prolongement du quai de chaque gare dont la nécessité sera justifiée par l'augmentation du besoin.

Investissement		Phase	1988	1989	1990	1991	1999	2009	Remarque
CONSTRUCTIONS	Expropriations		←→						Recherche de fonds, conception détaillée.
	Travaux Terrassements			←→					
	Travaux Pont			←→					
	Travaux Voie			←→					
	Travaux Gare			←→				←→	
	Travaux S & T			←→					
MATERIEL ROULANT	Approvisionnement Voitures			←→			←→		Parc requis 22 en 1990, 8 en 1999, 13 en 2009

Tableau 14.2.1 PHASAGE D'INVESTISSEMENT

Chapitre 15 ANALYSE ECONOMIQUE ET FINANCIERE

15-1 ANALYSE ECONOMIQUE

(1) Méthodologie

La méthode de l'évaluation économique consiste à analyser les coûts et les avantages pour chacune des hypothèses "projet réalisé" et "projet non réalisé", puis à calculer comme indice d'évaluation du projet leur taux interne de rentabilité économique (T.I.R.E). Par le terme "projet", on entend l'alternative B qui a été choisie comme la meilleure solution dans les trois possibilités A, B et C (chapitre 10, 10-5).

Il est tout de même rappelé que l'hypothèse "projet non réalisé" suppose que le système de transport urbain par chemin de fer, appuyé par différentes interventions d'aménagement (amélioration et aménagement des équipements des lignes existantes, renforcement du matériel roulant), réalise un niveau satisfaisant de service, en dépit de l'inexécution du projet de construction de la nouvelle ligne de Kimbanseke.

Les coûts du projet contiennent les coûts de construction, du matériel roulant, d'entretien et d'exploitation. Les avantages sont l'économie résultant du service ferroviaire qui se manifeste dans les coûts de circulation des véhicules et dans la réduction du temps pour les passagers.

Quoi qu'il en soit, le but de l'estimation économique est de vérifier si le projet en question est faisable ou non du point de vue de l'économie nationale. Pour ce faire, les coûts étudiés au paragraphe 14-1 (4) du chapitre 14 (coûts financiers) seront interprétés et convertis en prix économiques, et ce par enlèvement des coûts de déménagement et par introduction du ratio de la main d'oeuvre potentielle.

Le taux interne de rentabilité, un des critères d'évaluation couramment utilisé lorsqu'il s'agit des projets d'infrastructure, est un taux d'actualisation égalisant les valeurs actualisées du coût et de l'avantage et peut être obtenu par la formule suivante:

$$0 = \sum_{t=1}^n \text{cashflow} \cdot t / (1 + \text{TIRE})^{t-1}$$

n: Durée du projet

Cashflow · t: Différence entre le coût et l'avantage de chaque année

(2) Préalables

1) Période d'analyse

Nous avons considéré une période d'analyse de 23 ans, à compter de la mise en oeuvre de l'étude et des travaux couvrant les années 1988 à 2010 (20 ans à compter de l'inauguration de la ligne en 1991).

2) Taux de change

Le taux de change adopté est celui pratiqué en date de début juillet 1987: 150 yen = 1 US\$ = 120 Z. (Nous rappelons que le taux n'est plus identique à celui utilisé dans le rapport intermédiaire).

3) Valeur résiduelle

La période du projet de 23 ans (ou 20 ans à compter de l'inauguration) n'est qu'un repère pour l'analyse. Du fait que la ligne de nouvelle implantation sera toujours exploitée au delà de l'expiration de la période analytique, la valeur résiduelle en 2010 (dernière année du projet) sera inscrite comme investissement négatif à l'an 2010.

4) Inflation

En principe, l'analyse économique ne tient pas compte de l'inflation. Dans notre étude également, elle sera effectuée en reposant sur des prix fixes. Un des arguments justificatifs est le suivant:

Le but de l'analyse économique consiste à déterminer, du point de vue de l'économie nationale, la meilleure solution permettant d'optimiser l'utilisation de ressources. Dans l'étude, les

résultats de l'analyse et de l'évaluation sur les coûts et sur les avantages sont généralement exprimés avec indications monétaires en tant que critères objectifs. Cependant, si l'analyse est effectuée pour justifier l'option visant à la meilleure utilisation de ressources, une tonne de fer y demeure toujours une tonne de fer, quelle que soit la variation monétaire.

(3) Coûts économiques

Les coûts économiques sont obtenus en apportant des mises au point sur les coûts financiers.

1) Coûts de construction

a. Matériaux de construction

(i) Matériaux importés

i) Le taux de change d'ombre (Shadow Exchange Rate) a été calculé sur la base des statistiques de la douane zaïroise pour la période de 1980 à 1984. Estimé presque à 1,0, il n'est donc pas adopté dans notre analyse.

ii) Le code des investissements (ordonnance-loi, n° 86-028) du 5 avril 1986 stipule la mesure d'exonération des droits d'importation et du transit douanier sur les matériaux importés lorsqu'il s'agit de l'investissement d'infrastructures de transport (CF, port, aéroport, route, etc.). Les prix économiques des matériaux importés sont donc tout à fait identiques à leurs coûts financiers.

(ii) Matériaux locaux

Les coûts économiques pour les matériaux de fabrication locale sont obtenus en enlevant des coûts financiers les contributions de chiffres d'affaires (CCA).

Les CCA imposées sur les principaux matériaux locaux, nécessaires pour les travaux de construction ferroviaire, sont les suivantes:

- i) 3% sur les pierres concassées et cailloux.
- ii) Le droit de consommation s'applique sur le ciment, soit 200 Z/t. Le taux de l'impôt est de 3,5%, le prix départ usine du ciment étant de 5.900 Z/t.
- iii) 20% pour les autres matériaux; les matériaux de cette catégorie occupant 70% dans l'ensemble des matériaux locaux, nous avons estimé à 15% la proportion des taxes (CCA, etc.) à enlever.

b. Main d'oeuvre

- (i) Techniciens étrangers et travailleurs qualifiés

Les coûts économiques correspondent aux coûts financiers.

- (ii) Travailleurs non qualifiés

L'indice de salaire potentiel est de 30%. La valeur se conforme, selon la méthode HAVEMAN⁽¹⁾, à une société dont le niveau de chômage est de 19%⁽²⁾.

(¹) $S_o = S_n (1,25 - D/0,20)$

S_o: Indice salaire potentiel
 S_n: Salaire nominal (salaire en prix marché)
 D : Taux de chômage

(²) Les statistiques relatives au chômage dans la Ville de Kinshasa ne sont pas disponibles. Au demeurant, des renseignements récoltés auprès du Département de Travail et le Rapport annuel de la Banque du Zaïre nous conduisent à estimer à 30% le taux de chômage, dans lequel est noyée la proportion des travailleurs du secteur "informel" (22% selon l'INS). Nous avons enfin considéré la moitié d'eux comme chômeurs, ce qui revient que le taux de chômage est de 19%; $(30\% - 22\%) + 22\%/2 = 19\%$

c. Matériels (engins) de construction

L'ensemble des matériels de construction seront importés. De même que pour les matériaux importés, leurs coûts économiques correspondent aux coûts financiers.

d. Expropriations

Dans la rubrique "expropriations", nous avons pris en considération les indemnités que l'Etat doit attribuer en compensation des terrains et des cadres bâtis. Ces indemnités qui nous paraissent raisonnables pour le remplacement des biens expropriés constituent les coûts économiques pour les expropriations.

2) Coûts du matériel roulant

Les estimations sont faites en multipliant par le prix unitaire le surplus du parc entraîné par la construction de la nouvelle ligne (parc "projet réalisé" - parc "projet non réalisé"). En ce qui concerne les locomotives diesel dont le parc nécessaire ne varie pas dans les deux hypothèses, leurs coûts ne sont pas pris en considération (Tableau 15.1.1).

Par ailleurs, compte tenu que l'ensemble du matériel roulant sera importé, on adopte les coûts financiers pour obtenir les coûts économiques.

Tableau 15.1.1 PARC NECESSAIRE DES LOCOMOTIVES ET DES VOITURES

		1991	2000	2010	Prix unitaire
LOCO.DIESEL	Réalisé	17	17	17	234.954.000 Z
	Non réalisé	17	17	17	
	ECART PARC	0	0	0	
VOITURES	Réalisé	99	118	140	39.000.000
	Non réalisé	77	90	99	
	ECART PARC	22	6	13	

(Source: Equipe d'étude JICA)

3) Coûts d'entretien

Pour calculer les coûts d'entretien, nous avons emprunté, faute d'informations au Zaïre, la méthode d'estimation utilisée par Japanese National Railways (les taux d'entretien selon le poste sont repris dans le tableau 10.4.7).

Les coûts d'entretien sont obtenus par multiplication du taux d'entretien par le montant accumulé d'investissements.

La totalité des coûts d'entretien est prise en considération en ce qui concerne la section de la nouvelle voie, alors que pour celle de la voie principale on tient compte seulement du surplus de ses coûts résultant de l'interpénétration des trains de la ligne Kimbanseke.

Toutefois, la valeur du surplus pour la ligne principale n'est applicable qu'aux coûts d'entretien de la voie et ne porte pas sur d'autres équipements ferroviaires.

4) Coûts d'exploitation

a. Moyens humains

Surplus des frais du personnel = augmentation de l'effectif par poste (effectif "projet réalisé" - effectif "projet non réalisé", ou surplus net de l'effectif) × rémunération annuelle et moyenne par poste

Les coûts concernant l'effectif des machinistes et contrôleurs ne sont pas estimés, du fait que l'écart entre les deux hypothèses est nul (Tableau 15.1.2).

Les coûts économiques de rémunération moyenne annuelle sont identiques aux coûts financiers pour les machinistes, contrôleurs et agents de gare. Quant au personnel d'entretien, 20% d'entre eux sont des travailleurs non qualifiés, pour lesquels nous avons adopté l'indice de salaire potentiel de 30%.

Tableau 15.1.2 EFFECTIF ET REMUNERATION MOYENNE ANNUELLE PAR POSTE

POSTE		1991	2000	2010	REMUN. (Z/an)
MACHINISTES	Réalisé	34	34	34	F. 96.000
	Non réalisé	34	34	34	E. 96.000
	SURPLUS	0	0	0	
CONTROLEURS	Réalisé	34	34	34	F. 90.000
	Non réalisé	34	34	34	E. 90.000
	SURPLUS	0	0	0	
AGENTS GARE ⁽¹⁾	SURPLUS NET	23	23	23	F. 81.600 ⁽²⁾ E. 81.600
PERS. ENTRETIEN ⁽³⁾	Réalisé	286	320	360	F. 72.000
	Non réalisé	229	252	268	E. 61.920
	SURPLUS	57	68	92	

(Source: Equipe d'étude JICA)

(¹) Chef de gare, sous-chef, agents au guichet, à l'accès et au quai.

(²) La moyenne pondérée sous conditions ci-dessous:

Chef de gare (1 pers.)144.000 Z/an

S/Chef (3) 120.000

Autres agents (19) 72.000

(³) Entretien pour le matériel roulant, la voie et les équipements électriques.

b. Energie

Surplus des coûts d'énergie = augmentation de la consommation du gas-oil par jour (consommation "projet réalisé" - consommation "projet non réalisé") × 310 jours × prix économique du gas-oil (21,95 Z/ℓ).

Le prix économique du gas-oil a été établi en soustrayant les taxes (43%) inhérentes au prix marché (38,50 Z/ℓ).

Tableau 15.1.3 CONSOMMATION DE GAS-OIL

(unité: ℓ/jour)

	1991	2000	2010
Projet réalisé	9.341	10.852	10.852
Projet non réalisé	8.593	10.053	10.053
SURPLUS	748	799	799

(Source: Equipe d'étude JICA)

(4) Avantages économiques

Pour mesurer les avantages économiques, nous avons pris en compte l'économie sur les coûts de circulation des véhicules ainsi que celle sur le temps de transport des passagers qui constituent les bénéfices mesurables.

1) Economie sur les coûts de circulation des véhicules

a. Coûts de circulation des véhicules

Comme dans le "Plan directeur" (JICA, 1986), les coûts de circulation des véhicules se définissent en deux parties principales; partie proportionnelle au kilométrage du parcours (coûts du parcours) et au temps du parcours (coûts du temps du parcours). La première comprend les coûts inhérents au carburant, au lubrifiant, aux pneumatiques, aux pièces de rechange, à l'entretien, etc. alors que la dernière concerne les coûts d'opportunité de capitaux, de passagers et d'assurance.

Les coûts d'amortissement sont affectés dans une certaine proportion entre les deux parties; ainsi, l'amortissement relatif aux coûts du kilométrage de parcours correspond à l'épuisement du véhicule dû au parcours effectué et celui dans les coûts du temps du parcours à la perte de valeur induite par la banalisation dans le temps écoulé.

La proportion retenue est la suivante:

	Coûts du parcours	Coûts du temps du parcours
V.P.	50	50
Autobus	85	15
Fula-fula, Kimalu- .. malu et taxi-bus	70	30

Pour la voiture particulière, la proportion des coûts du temps du parcours est plus lourde que les autres catégories de véhicules; sa valeur tend à diminuer rapidement dans le temps, son âge étant considéré comme plus important que le kilométrage effectué.

Le tableau 15.1.4 est un récapitulatif des coûts du parcours et des coûts du temps du parcours, calculés pour chacune des catégories de véhicules. Les prix des différents éléments dans le tableau sont ceux pratiqués en date de juillet 1987.

Les caractéristiques et les coûts de ces véhicules sont repris au tableau 15.1.5.

Tableau 15.1.4 COUTS DE CIRCULATION DES VEHICULES

		V.P	Bus	Fula-fula	Kimalu-m.	Taxi-bus
COUTS PARCOURS (Z/km/v.)	Carburant	4,88	7,84	6,27	4,39	4,39
	Lubrifiant	0,10	0,60	0,50	0,20	0,20
	Pneu	2,07	4,47	4,32	3,54	2,76
	Pièces	0,72	16,69	2,93	1,22	0,67
	Main d'oeuvre	0,05	0,12	0,16	0,12	0,09
	Amortissement	1,68	9,46	3,56	4,01	2,22
	TOTAL	9,50	39,18	17,74	13,48	10,33
COUTS TEMPS DU PARCOURS (Z/h/v.)	Amortissement	27,06	33,64	22,82	19,19	10,60
	Opport.capitaux	34,43	70,26	15,09	9,00	5,14
	Passager	0,00	97,56	97,56	67,07	67,07
	Assurance	5,48	24,19	3,00	2,98	2,73
	TOTAL	66,97	225,65	138,47	98,24	85,54

(Source: Equipe d'étude JICA)

Tableau 15.1.5 CARACTERISTIQUES ET COUTS DES VEHICULES

	V.P	Bus	Fula-fula	Kimalu-m.	Taxi-bus
Type carburant	essence	gas-oil	gas-oil	gas-oil	gas-oil
Coût financ. (Z/v.)	1.500.000	12.750.000	2.300.000	1.700.000	850.000
Coût écono. (Z/v.) ⁽¹⁾	781.000	8.500.000	1.597.000	885.000	505.000
Temps parc. (H/an)	930	4.960	4.340	4.030	4.030
Kilométrage (km/an)	15.000	100.000	65.000	45.000	45.000
Durée de vie moy. (an)	10	6	4	3	3
Droit Import. (%)	60	25	20	60	40

(Source: Equipe d'étude JICA)

(¹) Valeur obtenue en soustrayant du coût financier le droit d'importation et la CCA (20% pour toutes les catégories de véhicules).

Se référer à l'annexe 5 en ce qui concerne les données retenues pour le calcul des coûts.

b. Economie sur les coûts de circulation des véhicules

Le gain économisé sur les coûts de circulation des véhicules a été estimé pour les deux catégories de véhicules - voiture particulière et autobus, compte tenu du fait que l'autorité zairoise envisage d'organiser un système de transport collectif par autobus visant à supprimer progressivement les moyens de transport informels (fula-fula, kimalu-malu et taxi-bus). La proportion que l'autobus occupe dans l'ensemble des moyens de transport collectifs et motorisés sera ainsi de 80% en 1990, 90% en 2000 et 100% en 2010.

L'économie sur les coûts de circulation est évaluée par multiplication des ratios de coût (Tableau 15.1.6) par les unités parc total.km et parc total.heure, tant pour les voitures particulières que pour les autobus, qui ont été obtenues dans l'étude de prévision sur les besoins de transport. Dans le calcul, un an est de 310 jours (cf. Tableau 11.2.4).

Tableau 15.1.6 RATIOS: COUTS DE CIRCULATION DES VEHICULES AU ZAIRE

	1990		2000		2010	
	V.P	Bus	V.P	Bus	V.P	Bus
COUT PARCOURS (Z/km/v.)	9,50	34,11	9,50	36,65	9,50	39,18
COUT TEMPS DU PARCOURS (Z/h/v.)	66,97	202,00	66,97	213,83	66,97	225,65

(Source: Equipe d'étude JICA)

2) Economie sur le temps de transport

La réalisation du présent projet (consistant en la construction d'une nouvelle voie ferrée) peut agir favorablement sur la fluidité de la circulation, ce qui permettra d'obtenir un gain sur le temps de voyage (ou d'un déplacement). L'estimation faite dans cette rubrique suppose que le temps ainsi gagné puisse avoir une valeur économique lorsqu'il est utilisé pour les activités productrices de l'économie.

Les éléments suivants constituent les préalables à l'analyse:

- a. Nous considérons simplement les passagers des voitures particulières sans tenir compte de ceux des autobus.
- b. Pour les passagers qui voyagent (se déplacent) en voitures particulières, le revenu moyen mensuel est estimé à 16.000 Z

pour 164 heures de travail en moyenne par mois. Le nombre moyen de passagers pour une voiture est supposé de 2 personnes.

- c. Les déplacements ayant pour motif les affaires, le travail et le retour du lieu de travail au domicile font l'objet de notre analyse.

Par ailleurs, l'enquête sur la circulation a permis de déterminer la proportion des déplacements dont le motif nous intéresse (74%), mais nous retenons pour la présente analyse une valeur de 70%.

Les valeurs économisées quant au temps de voyage sont données, pour les horizons 1991 , 2000 et 2010, dans le tableau ci-dessous:

Tableau 15.1.7 ECONOMIE SUR LE TEMPS DE TRANSPORT

(×1.000 Z)

1991	2000	2010
170.413	283.530	871.723

(Source: Equipe d'étude JICA)

3) Autres avantages

En plus des bénéfices ci-dessus, il existe des avantages difficiles à mesurer dont on doit quand même tenir compte dans l'estimation du projet:

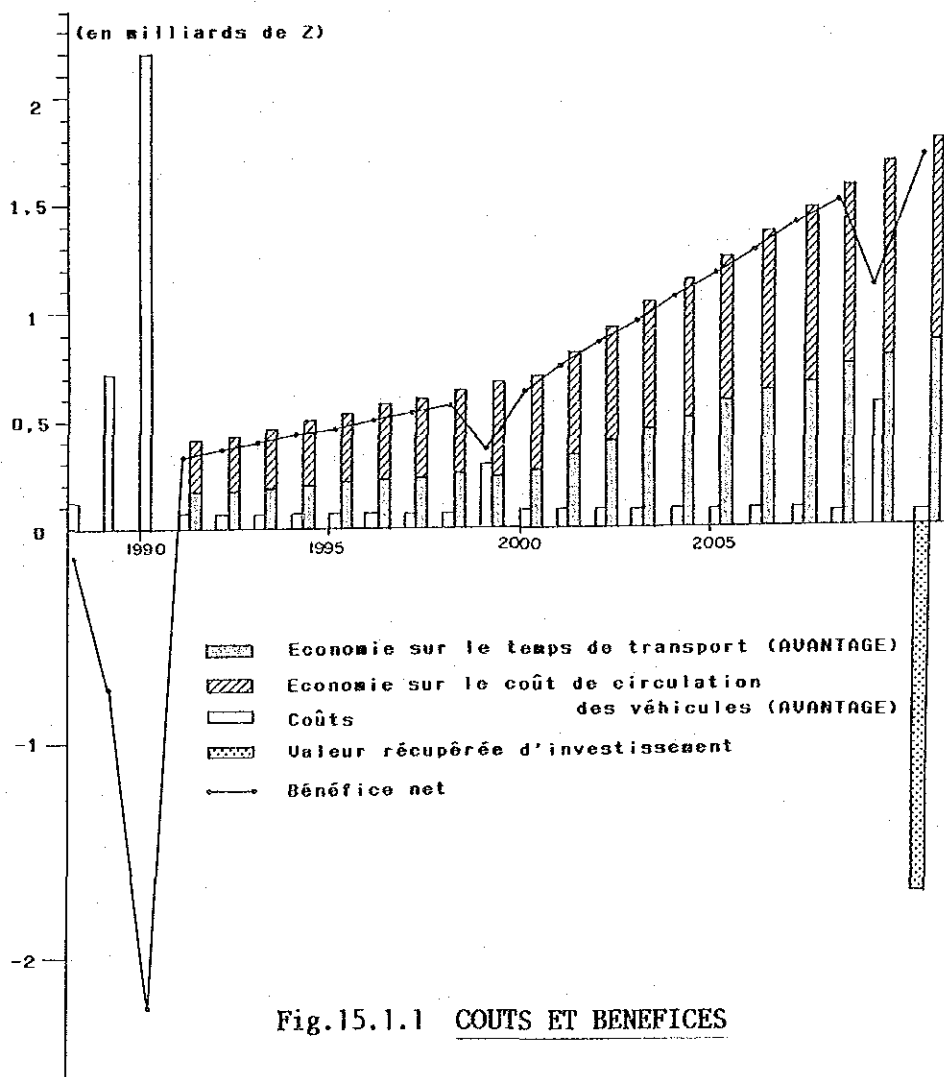
- a. les gains de sécurité, de régularité et de confort dans le transport
- b. la réduction d'accidents routiers
- c. l'économie de ressources d'énergie et la diminution de la pollution
- d. la contribution au développement socio-économique de la zone intéressée
- e. la création d'occasions de travail
- f. le transfert technologique et les effets induits sur les secteurs industriels

(5) Résultats de l'analyse économique et de l'analyse de sensibilité

1) Résultats de l'analyse économique

Les coûts ainsi que les bénéfices pour chaque horizon d'année sont donnés dans la figure 15.1.1.

Le taux interne de rentabilité économique du présent projet, calculé par la méthode décrite précédemment, est de 16,4% (voir l'Annexe 6 pour plus de détails).



2) Analyse de sensibilité

Une analyse de sensibilité du taux interne de rentabilité économique a été tentée sur l'axe des paramètres ci-dessous (voir l'annexe 6 pour les résultats de l'analyse):

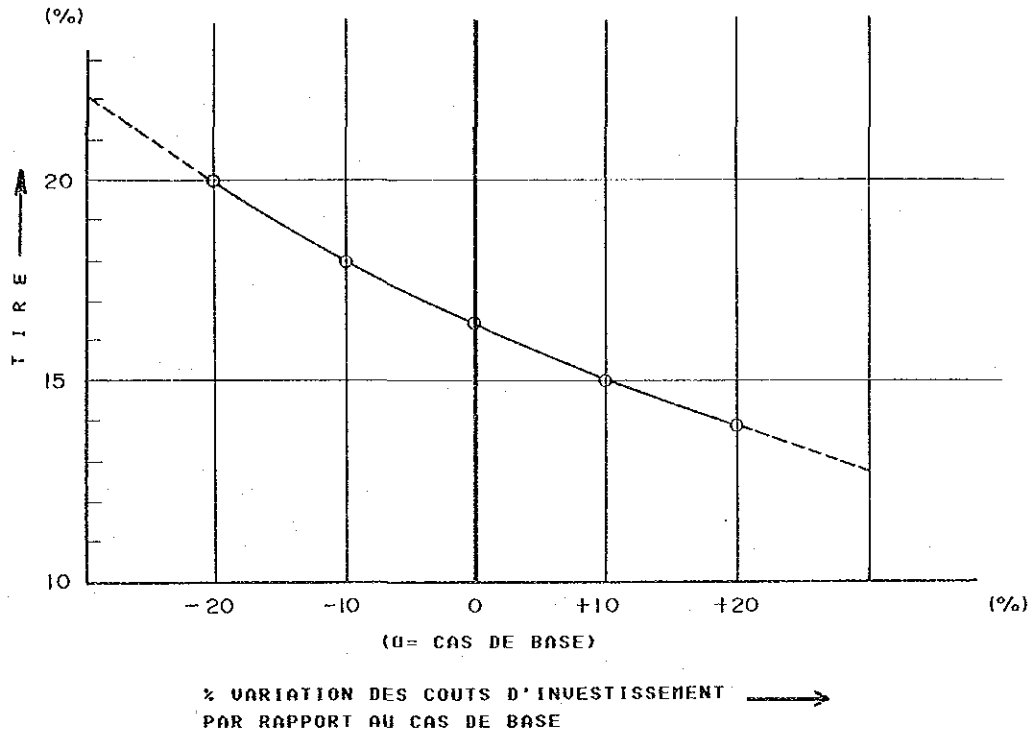
Tableau 15.1.8 ANALYSE DE SENSIBILITE

	Paramètres	T.I.R.E
①	Cas de base	16,4 %
②	Variation des besoins en transport -10%	14,9
③	Variation des coûts d'investissement +10%	15,1
④	Variation des coûts d'investissement +20%	13,9
⑤	Variation des coûts d'investissement -10%	18,0
⑥	Variation des coûts d'investissement -20%	19,9
⑦	②+③	13,6

(Source: Equipe d'étude JICA)

La variation du taux interne de rentabilité économique en fonction de celle des coûts d'investissement est donnée dans la figure 15.1.2.

Fig.15.1.2 VARIATION DES COUTS D'INVESTISSEMENT ET T.I.R.E.



15-2 ANALYSE FINANCIERE

(1) But et méthodologie

Le taux interne de rentabilité financière est calculé pour mesurer la rentabilité du projet avant sa mise en oeuvre et par la même méthode que celle employée pour le T.I.R.E. On cherchera donc un taux d'actualisation qui annule la somme du cashflow actualisé net. La formule utilisée est la suivante:

$$0 = \sum_{t=1}^n \text{cashflow.t} / (1 + \text{TIRF})^{t-1}$$

n: Durée du projet

Cashflow . t: Résultat d'exploitation (produit - charge d'exploitation + amortissement (1) - montant investi

Comme on peut le constater dans la formule ci-dessus, le remboursement de l'intérêt n'est pas pris en considération.

De ce fait, le taux interne de rentabilité financière constitue un critère pour juger la limite maximale de l'intérêt de la dette pouvant être supportée par le projet dans le cas où les fonds du projet seront approvisionnés par la dette.

(1) Le coût d'amortissement n'est qu'un coût utilisé pour le traitement de comptabilité et ne génère pas le cash outflow. Il est donc utilisé de façon consécutive dans le calcul du taux de rentabilité financière.

Si ce projet n'apporte que peu de bénéfice et nécessite en permanence une aide de l'Etat pour son exploitation et pour son maintien, il constituera pour l'Etat une certaine charge financière et la qualité de service sera inévitablement dégradée.

En conséquence, le but de l'analyse financière consiste non seulement à mesurer, par le calcul du taux interne de rentabilité financière, la rentabilité du projet, mais également à examiner les problèmes suivants:

- (i) Possibilité de remboursement du principal et de l'intérêt avec une opération saine de trésorerie et ce en tenant compte du futur cashflow du projet.
- (ii) Dimension de la subvention pouvant couvrir le manque éventuel du futur cashflow.
- (iii) Programme optimal d'approvisionnement des fonds pouvant couvrir les coûts d'investissement.

(2) Préalables

1) Période d'analyse, etc.

Les principes retenus dans l'analyse économique sont repris en ce qui concerne la période d'analyse, le taux de change et la valeur résiduelle. De même, nous supposons que le système de transport urbain par rail, appuyé par des efforts d'aménagement (amélioration et aménagement des équipements du réseau existant, renforcement du matériel roulant), permette d'atteindre un niveau satisfaisant de service.

2) Programme d'investissement

Le programme définissant le montant et le phasage de l'investissement est celui adopté pour l'analyse économique. Les prix sont estimés par les coûts financiers.

3) Approvisionnement de fonds

Les fonds requis à l'investissement initial (y compris l'intérêt durant la construction) seront tous constitués par la dette, mais les dépenses postérieures telles que l'approvisionnement supplémentaire de locomotives seront assurées soit par les fonds propres disponibles (par le département CF de l'ONATRA si son bilan est positif) soit par la subvention de l'Etat.

4) Inflation

L'analyse financière tient compte du taux d'inflation. Dans notre étude, l'intérêt réel sera adopté à la place du taux d'augmentation des prix (cf. programme d'approvisionnement de fonds).

(3) Rubriques dans le tableau du cashflow

1) Bilan d'exploitation

a. Produits

Les recettes tarifaires seront prises en compte. Elles peuvent être établies; nombre de voyageurs ferroviaires estimé dans la prévision des besoins \times tarif unitaire \times taux de perception.

Le coût de transport est de 15 Z pour un voyage. Toutefois le service du rail comprendra deux circuits de voyage différents (ligne principale + ligne Aéroport + ligne Kimbanseke, ligne Bokassa + ligne Kintambo) et de ce fait pourra engendrer un coût doublé (30 Z) pour l'usager si le trajet couvre consécutivement les deux circuits.

Pour ce qui est du taux de perception, nous suivons les valeurs adoptées dans le "Plan-Directeur" (JICA, 1986); il est ainsi de 80% au moment de la mise en service (en 1991) mais marque tous les ans une progression de 1% pour aboutir, en 2001, à un taux stabilisé de 90%.

b. Charges

Les coûts d'entretien, d'exploitation (main d'oeuvre et énergie) et d'amortissement sont totalisés dans les charges.

Les coûts d'amortissement sont établis sur la base des durées de vie des biens prescrites dans le tableau 10.4.7.

Le surplus du coût d'entretien, imposé à la ligne principale par incorporation à celle-ci de la ligne de Kimbanseke, est considéré de la même façon que dans l'analyse économique.

c. Profits commercial et net

Le profit commercial peut être obtenu en soustrayant des produits l'ensemble des charges. En général, on déduit les impôts du profit commercial. Mais, étant donné que ces impôts feront l'objet d'exonération, le profit commercial correspond au profit net.

2) Investissement et programme d'approvisionnement de fonds

a. Investissement

Le programme d'investissement est celui adopté pour l'analyse économique. Les prix sont estimés sur la base des coûts financiers (prix marché) comprenant les impôts.

Au tableau 15.2.1 sont résumés les investissements selon les rubriques, divisés en portion de devise étrangère et en portion de monnaie locale.

Tableau 15.2.1 COUTS FINANCIERS EN INVESTISSEMENT

(en milliers de Z)

Rubriques	Port.	1988~1990	1991~2000	2001~2010	TOTAL
EXPROPRIATIONS	D.E	2.603	0	0	2.603
	M.L	259.967	0	0	259.967
TRAVAUX	D.E	1.083.278	0	1.570	1.084.848
	M.L	550.876	0	2.585	553.461
MATERIELS	D.E	247.471	0	0	247.471
	M.L	2.185	0	0	2.185
INGENIERIE	D.E	129.817	0	329	130.146
	M.L	66.281	0	168	66.449
MATERIEL ROULANT	D.E	858.000	234.000	507.000	1.599.000
	M.L	0	0	0	0
TOTAL	D.E	2.321.169	234.000	508.899	3.064.068
	M.L	879.309	0	2.753	882.062
TOTAUX		3.200.478	234.000	511.652	3.946.130

(Source: Equipe d'étude JICA)

Nota * Les coûts de travaux, du matériel roulant et de l'ingénierie comportent l'imprévu.

b. Programme d'approvisionnement de fonds

La modalité d'approvisionnement peut agir considérablement sur la justification financière du projet. Les modalités ainsi que les conditions d'approvisionnement sont supposées comme suit;

(i) Modalités d'approvisionnement

	Portion D.E	Portion M.L
Cas 1	Prêt intergouvernemental	Emprunt local (en Z)
Cas 2	Prêt intergouvernemental	Fonds de l'Etat
Cas 3	Emprunt étranger	Emprunt local (en Z)
Cas 4	Emprunt étranger	Fonds de l'Etat

(ii) Conditions d'approvisionnement

	Intérêt (%)	Période (an)	Période non rembours. (an)	Mode de remboursement
Fonds Etat	-	-	-	-
Emprunt local (Z)	5,0 ⁽¹⁾	10	4	Remboursement 2 fois par an à proportion égale
Prêt intergouver.	3,5	30	10	
Emprunt étranger	8,0	20	5	

(¹) L'intérêt d'emprunt accordé par des banques kinois pour le projet d'infrastructure de transport est de l'ordre de 30%. Toutefois, ce taux n'est que de 5% en substance lorsqu'il est actualisé par le dernier taux d'inflation (23,8%).

(4) Résultats de l'analyse financière

1) Taux interne de rentabilité financière

La figure 15.2.1 qui représente les produits et charges des activités commerciales pour chaque horizon d'année. Le taux interne de rentabilité financière, obtenu sous les conditions ci-dessus ⁽¹⁾, est de 5,7%. (voir l'Annexe 7 pour les détails).

L'exploitation du projet est difficilement faisable avec ce taux de rentabilité, si elle est appuyée sur les dettes de base commerciale.

Ci-dessous, nous allons tenter d'examiner les différents facteurs tels que le programme d'approvisionnement de fonds, la recette tarifaire pouvant justifier la rentabilité financière du présent projet.

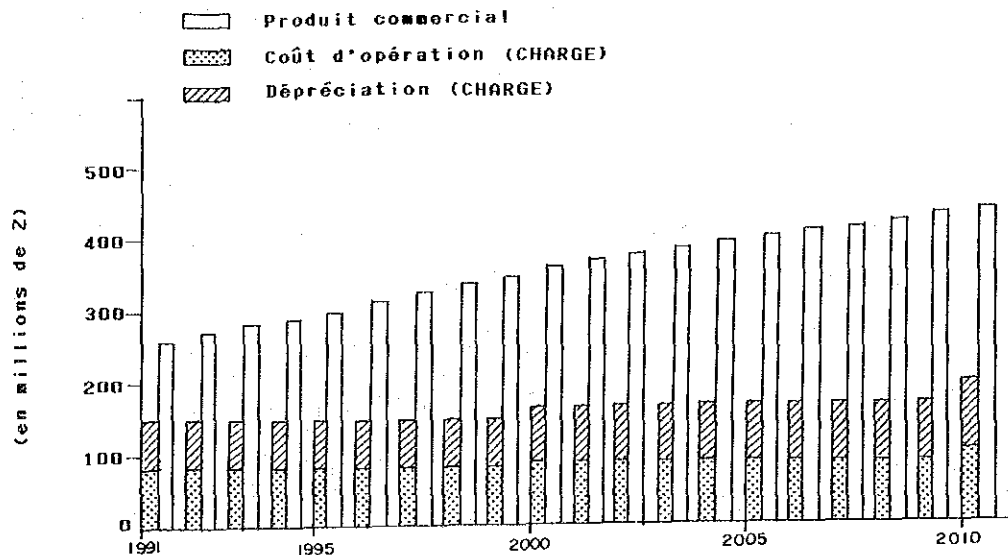


Fig.15.2.1 PRODUITS ET CHARGES D'EXPLOITATION

(1) "Programme d'approvisionnement de fonds" exclu, le taux interne de rentabilité financière étant indépendant des conditions supposées dans le programme (intérêt, mode de remboursement).

2) Analyse du cashflow net

a. Cashflow net

Le cashflow net est la différence entre l'entrée et la sortie du comptant. Il est établi de la façon suivante:

Cashflow net = cash inflow - cash outflow

Cash inflow : profits commerciaux, coût d'amortissement
et la dette

Cash outflow: montant investi, intérêt durant la
construction, montant de remboursement
(capital et intérêt)

Dans le cas où le cashflow net est négatif, le déficit doit être comblé par les fonds propres ou encore par la subvention de l'Etat.

b. Analyse du cashflow net

Le tableau 15.2.2 donne le cashflow net selon les cas, estimés en reposant sur le programme d'approvisionnement de fonds décrit au paragraphe (3)-2)-b., alors que la figure 15.2.2 retrace l'évolution du cashflow net accumulé.

Tableau 15.2.2 CASHFLOW NET SELON LES CAS

(en milliers de Z)

	Items	1988~1995	1996~2005	2006~2010	TOTAL
ENSEMBLE	Produits	1.409.098	3.616.060	2.122.469	7.147.627
	Charges	764.120	1.614.022	865.423	3.243.565
	Profits	644.978	2.002.038	1.257.046	3.904.062
	Dépréciation	348.933	744.665	404.962	1.498.560
	Investissement	3.200.478	234.000 ⁽¹⁾	511.652 ⁽¹⁾	3.946.130
CAS 1	Service dette	807.255	2.257.311	857.841	3.922.407
	Cashflow net	186.656	255.392	292.515	734.563
	RCSD ⁽²⁾	1,23	1,11	1,34	1,19
	Ratio	13 %	7 %	14 %	10 %
CAS 2	Service dette	420.290	1.383.205	857.841	2.661.336
	Cashflow net	573.621	1.129.499	292.515	1.995.635
	RCSD	2,36	1,82	1,34	1,75
	Ratio	41 %	31 %	14 %	28 %
CAS 3	Service dette	1.392.270	3.856.511	988.550	6.237.331
	Cashflow net	-398.358	-1.343.809	161.806	-1.580.361
	RCSD	0,71	0,65	1,16	0,75
	Ratio	-28 %	-37 %	8 %	-22 %
CAS 4	Service dette	1.005.305	2.982.404	988.550	4.976.259
	Cashflow net	-11.394	-469.701	161.806	-319.289
	RCSD	0,99	0,84	1,16	0,94
	Ratio	-1 %	-13 %	8 %	-5 %

(Source: Equipe d'étude JICA)

⁽¹⁾ Investissement supplémentaire⁽²⁾ RCSD: Ratio de Couvertures de Service de Dette
$$\frac{\text{Profit d'exploitation} + \text{Dépréciation} - \text{Investissement suppl.}}{\text{Service de dette}}$$
⁽³⁾ Ratio = $\frac{\text{Cashflow net}}{\text{Produits}} \times 100$

(en milliards de Z)

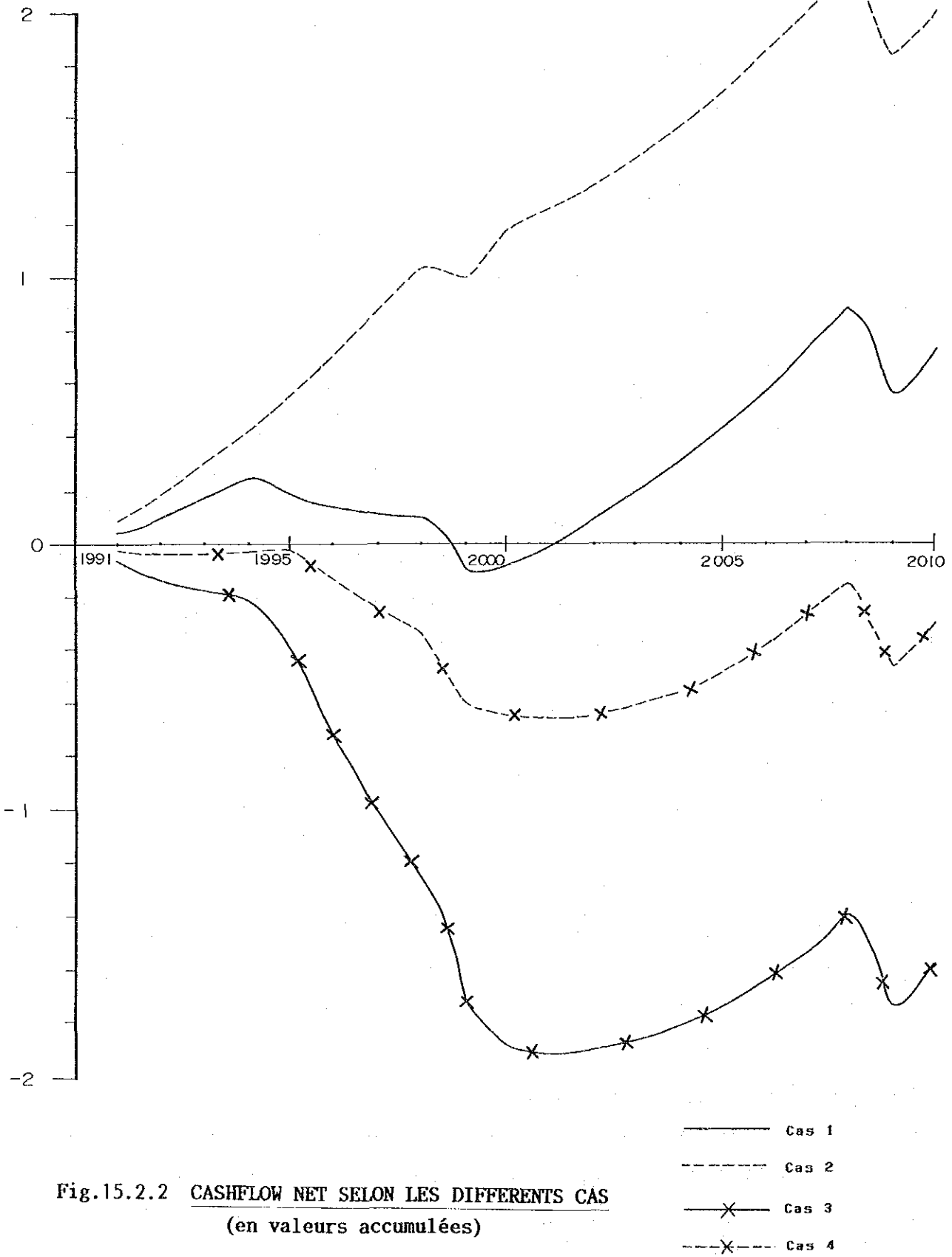


Fig.15.2.2 CASHFLOW NET SELON LES DIFFERENTS CAS
(en valeurs accumulées)

- (i) Cas 1 (intérêt annuel: 3,5% pour la portion en devise étrangère et 5% pour la portion en monnaie locale)

Le cashflow net restera déficitaire pendant la période de 1995 (début du remboursement pour portion M.L) à 1999. Le déficit peut être comblé, jusqu'à 1998, par le transfert de l'excédent accumulé. Mais les fonds propres ne peuvent pas couvrir entièrement l'investissement supplémentaire (234 millions de Z) prévu en 1999 pour l'acquisition des voitures à voyageurs, ce qui nécessite d'obtenir une subvention dont le montant s'élèvera à 107 millions de Z. Quant à l'investissement supplémentaire programmé pour l'an 2009 et destiné à l'approvisionnement des voitures et aux travaux de prolongement du quai (507 millions de Z), les fonds propres suffiront. A l'expiration de la durée du projet, à savoir en 2010, le cashflow net accumulé sera positif avec 730 millions de Z.

- (ii) Cas 2 (intérêt annuel: 3,5% pour la portion en devise étrangère et subvention pour la portion en monnaie locale)

Le cas 2 suppose la moindre obligation financière dans son programme d'approvisionnement de fonds.

En 1999 et en 2009 où l'approvisionnement supplémentaire en voitures à voyageurs est envisagé, le cashflow net sera déficitaire, tandis que pendant toute la durée du projet le cashflow net accumulé ne le sera jamais. Cela signifie que la subvention ne sera pas nécessaire après l'inauguration de la nouvelle ligne et pendant toute la durée du projet.

Cependant l'Etat devra prendre en charge la portion ML de l'investissement initial (882 millions de Z).

- (iii) Cas 3 (intérêt annuel: 8% pour la portion en devise étrangère et 5% pour la portion en monnaie locale)

Contrairement au cas 2, l'obligation est la plus pesante dans ce cas et le cashflow net accumulé demeurera négatif pour toute la durée du projet.

Selon le ratio cashflow net/recettes commerciales, le cashflow net ne peut devenir positif (= pour disposer des fonds nécessaires pour rembourser la dette) qu'avec une augmentation de 22% du tarif (et ce sans laisser diminuer le trafic de voyageurs).

- (iv) Cas 4 (intérêt annuel: 8% pour la portion en devise étrangère, subvention pour la portion en monnaie locale)

De même que dans le cas 3, le cashflow net accumulé reste négatif pendant toute la durée du projet. Il pourra toutefois être positif avec une augmentation tarifaire de 5%.

c. Conclusions

Des examens ci-dessus, il ressort que le cas 1 nous paraît le plus favorable, compte tenu de sa possibilité de remboursement et de la participation financière de l'Etat.

Par ailleurs, il est indispensable, pour justifier la rentabilité financière du projet, d'obtenir un prêt à long terme dont le taux d'intérêt soit le plus bas que possible.

(5) Analyse de sensibilité

Les résultats de l'analyse de sensibilité, effectuée en tenant compte des variations de la recette tarifaire et des coûts de construction, sont récapitulés dans le tableau 15.2.3.

En ce qui concerne les coûts d'investissement, nous avons pris en considération, de même que dans l'analyse de sensibilité pour l'estimation économique, tant l'augmentation que la diminution.

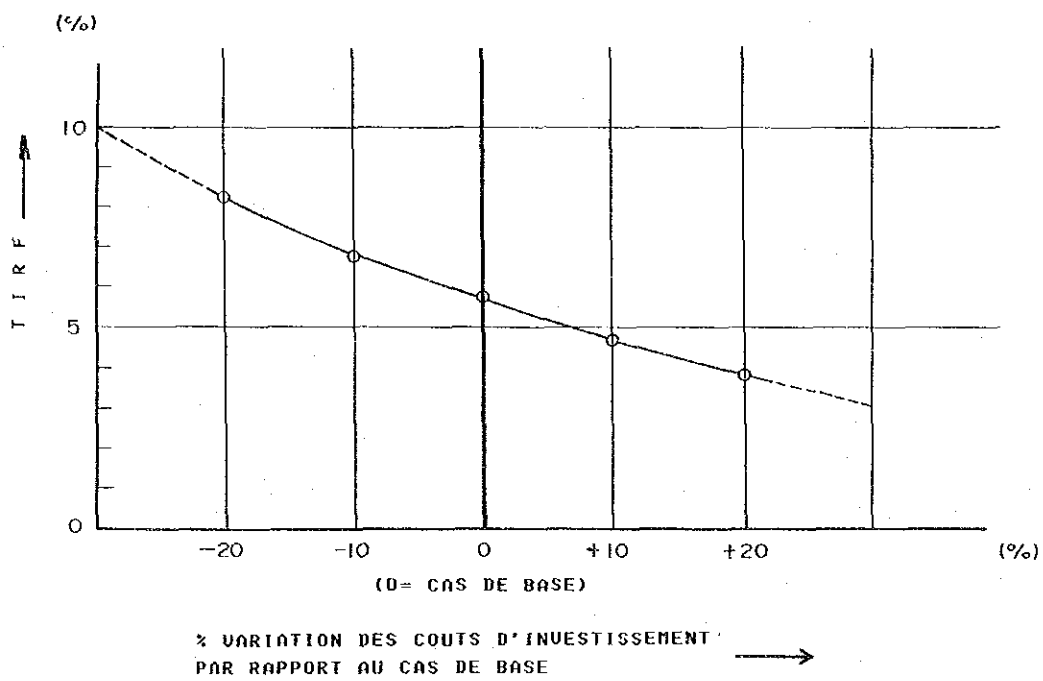
Tableau 15.2.3 ANALYSE DE SENSIBILITE

	Paramètres	T.I.R.F
①	Cas de base	5,7 %
②	Variation de la recette tarifaire -10%	4,5
③	Variation des coûts d'investissement +10%	4,7
④	Variation des coûts d'investissement +20%	3,8
⑤	Variation des coûts d'investissement -10%	6,8
⑥	Variation des coûts d'investissement -20%	8,2
⑦	② + ③	3,6

(Source: Equipe d'étude JICA)

La variation du taux interne de rentabilité financière en fonction de celle des coûts d'investissement est représentée dans la figure 15.2.3.

Fig.15.2.3 VARIATION DES COÛTS D'INVESTISSEMENT ET T.I.R.F.



15-3 INFLUENCE DUE A LA MODIFICATION DES PREALABLES

L'analyse économique et financière a été effectuée en supposant que le réseau ferré existant fonctionne en assurant une qualité satisfaisante de service en tant que chemin de fer urbain. Nous avons également mesuré, dans le cas où les préalables (extension de la ligne de Bokassa et réhabilitation de la ligne de Kintambo pour le transport de voyageurs) ne seraient pas réalisés, comment la variation de la demande en transport ferroviaire peut influencer sur les estimations économique et financière de notre projet.

En conclusion, la non réalisation du prolongement de la ligne de Bokassa affectera plus négativement sur notre projet que celle de la réhabilitation de la ligne de Kintambo; le taux interne de rentabilité économique ainsi que celui de rentabilité financière seront diminués respectivement à 12,5% et de 3,3% si la ligne de Bokassa n'est pas prolongée, alors qu'ils seront de 14,1% et de 4,0% si la ligne de Kintambo n'assure pas le transport de voyageurs. La conjugaison de ces deux facteurs négatifs se traduira par une baisse plus sérieuse des taux internes de rentabilité, soit 8,8% (T.I.R.E) et 2,1% (T.I.R.F).

De toute manière, la rentabilité économique du présent projet sera forcément aléatoire si ces deux projets n'aboutissent pas à leur matérialisation. Aussi sur le plan financier, même si on adopte le programme d'approvisionnement de fonds, proposé dans le cas 2 (3,5% du taux d'intérêt pour la dette en devise + subvention pour la monnaie locale), pour lequel l'obligation financière est la plus allégée pour l'entité d'exploitation, le cashflow net accumulé deviendra négatif à la dernière année de la durée du projet.

CHAPITRE 16 PROJETS DE MISE EN VALEUR DU RESEAU FERRE URBAIN

L'exploitation du transport ferroviaire sur le CFMK, assurée par l'ONATRA, résidait principalement dans le transport à longue distance et en particulier pour les marchandises. Cependant, depuis ces dernières années l'importance du rôle que le chemin de fer urbain doit jouer dans l'ensemble du système de transports urbains à Kinshasa est mise en vedette, ce qui a conduit effectivement à la création de la direction du transport urbain auprès de l'ONATRA.

Le réseau ferré urbain dans la Ville de Kinshasa comprend actuellement une partie de la voie principale Matadi~Kinshasa (Lemba~Kin-Est), la ligne de l'Aéroport et la ligne de Bokassa. Pour sa mise en valeur, différents projets sont envisagés; l'implantation nouvelle de la ligne de Kimbanseke (en projet), la réhabilitation de la ligne existante de Kintambo et l'extension de la ligne de Bokassa.

Le présent projet est étudié dans l'hypothèse où le réseau ferré urbain est en fonctionnement sain, mais dans la réalité l'aménagement des voies existantes n'est pas nécessairement satisfaisant et les projets antérieurs sont confrontés à des retards dans la réalisation.

En tout état de cause, la mise en oeuvre et l'intégration fonctionnelle au réseau urbain du présent projet sont conditionnées par certaines améliorations sur les voies existantes, celle assurant notamment la fréquence élevée de service, le transport régulier et à grande vitesse, le maintien de la capacité de transport et un niveau de sécurité satisfaisant.

Nous avons énuméré, ci-dessous, les différentes opérations d'aménagement qui réclament leur mise en oeuvre immédiate afin d'aboutir à la concrétisation du projet de construction de la nouvelle ligne de Kimbanseke.

(1) Organisation du système de gestion opérationnelle

Le transport urbain par le chemin de fer peut être caractérisé par son trafic très important à l'heure de pointe. Il est généralement exploité avec des intervalles bien serrés et avec un rendement élevé. L'horaire programmé pour répondre à cette demande manque parfois de souplesse et le retard d'un train peut engendrer l'abandon de la régularité de service du réseau entier.

On dit souvent que le chemin de fer est un système total qui est une harmonisation intégrante des différents équipements (voie, signalisation, gare et matériel roulant). Son fonctionnement permanent dans les meilleures conditions nécessite l'entretien soigné des équipements ainsi que l'approvisionnement en pièces de rechange. L'exploitation des trains étant garantie avec la participation des dispatchers, des agents de gare et des machinistes, l'ensemble du personnel doit s'efforcer d'offrir aux usagers la régularité de service. De même, la prise de mesures préventives est un moyen efficace pour éviter toute sorte d'accidents ferroviaires pouvant bouleverser cette régularité. En tous cas, le respect des règles et la formation du personnel constituent les conditions indispensables à une exploitation saine et régulière.

(2) Formation professionnelle du personnel pour le transport urbain

De nombreux agents seront nécessaires à la suite de la mise en oeuvre de la ligne de Kimbanseke et de la réhabilitation du réseau existant (lignes principale CFMK, de l'Aéroport, de Bokassa et de Kintambo).

L'effectif estimé dans le paragraphe 12-2 "PARC ET EFFECTIF NECESSAIRES" (machinsite, contrôleur, personnel d'entretien) n'est pas exhaustif. On devrait par ailleurs former des agents travaillant dans la vente et le contrôle de billets, dans l'entretien de la voie et des équipements pour les lignes existantes.

L'effectif à former dès maintenant peut être estimé à 377 personnes uniquement pour l'exploitation de la nouvelle ligne de Kimbanseke (en 1990), auquel s'ajoute un nombre important d'agents qui seront affectés pour les lignes existantes.

Par contre, le centre de formation professionnelle SNCZ/RO n'est pas en mesure de parer aux besoins faute d'équipements nécessaires.

Il est donc proposé d'établir, avant la mise en service de la ligne de Kimbanseke, les programmes de formation spécifiés selon les postes, et de se procurer des moyens tant humains que matériels pour la formation (instructeurs, salles de classe, matériels d'éducation et de pratique, etc.).

(3) Renforcement de la voie pour les lignes existantes

L'ONATRA s'engage dans les différentes actions pour améliorer le transport ferroviaire sur le réseau urbain.

L'Amélioration, quant à la voie de la ligne principale CFMK, porte actuellement sur les points suivants:

- 1) Doublement de la voie
- 2) Réfection de la voie
 - a. Adoption de la traverse en béton
 - b. Adoption du rail de 50 kg/m et du rail long
 - c. Renouvellement et adjonction du ballast

Les opérations ci-dessus sont terminées sur le tronçon Matete~Funa et en cours sur le tronçon Funa~Ndolo. La prochaine phase sera bientôt entamée pour le tronçon Ndolo~Kin-Est.

En plus de ces opérations, afin de rationaliser l'entretien de la voie et d'améliorer le confort et la vitesse de circulation, il faut envisager le renforcement de la voie sur le tronçon Lemba~Matete et de la ligne de l'Aéroport.

(4) Amélioration des équipements de signalisation et de télécommunication pour les lignes existantes

La véritable exploitation du chemin de fer urbain fera augmenter considérablement son trafic et, pour appuyer la croissance du trafic, le parc des trains mis en circulation sera beaucoup plus important. Dans une pareille situation, certaines améliorations devront être progressivement apportées aux équipements de signalisation et de télécommunication pour sécuriser le transport. Les principaux aménagements sont proposés comme suit:

1) Signalisation

- a. Réaliser l'intervalle nécessaire de trains par l'introduction sur la section à voie doublée du système de catonement automatique. Ce système automatique sera aussi valable sur la section à voie unique et permettra l'augmentation de la capacité de la voie et l'amélioration de la sécurité.
- b. Adopter le système de commande automatique d'arrêt des trains (ATS) afin d'éviter des accidents dus au trafic élevé et à la négligence de signal. Ce système intervient automatiquement de telle façon qu'il limite la vitesse de circulation du train ou fait arrêter le train si celui-ci circule au delà de la vitesse limitée en fonction de la situation devant le train.

2) Télécommunication

a. Téléphone de commande

Le réseau téléphonique de commande doit être établi entre le centre de commande et les gares afin d'obtenir la fluidité de la circulation des trains. Il est utilisé pour avertir d'une anomalie d'horaire, d'un accident et pour l'échange d'informations.

b. Radio-téléphone de train

Le radio-téléphone sert à la communication entre le machiniste et le dispatcher. La communication mutuelle permettra d'obtenir un meilleur environnement opérationnel.

c. Equipement d'annonce pour les usagers

L'annonce donnant des renseignements relatifs au départ et à l'arrivée du train peut améliorer la qualité du service en faveur des usagers.

(5) Aménagements des équipements de sécurité pour les lignes existantes

La fréquence d'accidents au passage à niveau est fonction du trafic. La meilleure solution pour prévenir des accidents consistera naturellement en le franchissement dénivelé de la voie ferrée et de la route, mais le coût de réalisation sera d'autant plus onéreux.

Au passage à niveau, solution plus économique, toute la priorité est donnée à la circulation des trains. Le passage des trains est donc ouvert en permanence, alors que le passage des automobiles est interrompu au moment où le train y passe.

- a. Installation du signal avertisseur
- b. Implantation supplémentaire de barrières
- c. Affectation supplémentaire de gardes-barrière

La forme ainsi que l'importance de l'équipement de sécurité sont à étudier en tenant compte de différents facteurs; le niveau de danger, le trafic routier, la fréquence de passage de trains, la visibilité, etc. En outre il est nécessaire de revêtir le passage à niveau ainsi que ses proximités pour ne pas gêner la circulation automobile.

(6) Aménagements des gares pour les lignes existantes

1) Perception du tarif

Pour le réseau urbain, la vente de billets est effectuée dans le train. Mais ce système ne convient pas lorsque les voyageurs sont fort nombreux et peut être une des causes principales de la fraude. Le coût de transport doit de préférence être prélevé au guichet de la gare et l'accès de toute personne qui ne porte pas sur elle le billet doit être interdit. [ex. gare de Bokassa].

2) Quai

La présence du quai est indispensable pour la fluidité d'embarquement et de débarquement des voyageurs et pour garantir leur sécurité au moment de l'arrivée, du départ et du passage des trains. Le quai supérieur se conforme mieux au chemin de fer urbain où le mouvement des voyageurs est fréquent dans un temps réduit de stationnement du train. [ex. gare de Bokassa].

3) Equipement de croisement

En raison de la densification du trafic sur la voie unique, la présence de l'équipement de croisement des trains est souhaitable dans l'ensemble des gares de la ligne de l'Aéroport et dans un certain nombre de gares pour les lignes de Bokassa et de Kintambo, sur lesquelles le trafic est relativement faible.

4) Disposition de voies et remisage de nuit

La locomotive est détachée et replacée aux gares terminus (Kin-Est, Kimbanseke-Est, Aéroport Ndjili, Kintambo et Bokassa). La disposition des voies doit donc être aménagée de façon à réduire le temps de cette opération pour minimiser le parc requis des locomotives.

La gare Kin-Est, par exemple, est une gare tête morte où la disposition des voies n'est pas appropriée au détachement de la locomotive. De préférence, la gare terminus devrait se munir des voies de tiroir, de circulation à vide et d'attente pour la locomotive (voir l'exemple de la gare "Kimbanseke-Est").

Par ailleurs, les trains sont mis en garage pendant la nuit dans les gares terminus. Ils sont répartis aux différentes gares comme suit (Fig.12.1.2):

Kin-Est	6 trains
Kimbanseke-Est	3
Aéroport Ndjili ...	3
Kintambo	3

La répartition des trains pour le remisage de nuit est toutefois variable en cas de construction aux terminus du dépôt de voitures à voyageurs (voir la section 16-3).

Il est nécessaire, de toute manière, de doter ces gares terminus d'une voie de remisage destinée au garage de nuit des trains.

- (7) Création de la place publique devant la gare et service d'accès par moyens de transport secondaire

Si le réseau ferré urbain est pleinement exploité avec une qualité de service améliorée, le système de transports urbains sera édifié non seulement par l'autobus qui est actuellement le mode prédominant, mais aussi par le chemin de fer.

Le trafic croissant des voyageurs empruntant le chemin de fer et la présence de la gare ferroviaire pourront concourir au développement et à la mise en valeur des zones concernées.

La création d'une place publique face à la gare, qui sera appelée à constituer un noyau de développement local, permettra d'établir la liaison entre la gare et la zone grâce à la présence de plusieurs modes de transport (autobus, fula-fula, Kimalu-malu, etc.).

Actuellement, la gare Kin-Est en est le seul exemple; elle dispose d'une place publique où des autobus assurent le service d'accès.

Si on tient compte du futur réseau ferré et du trafic prévisible des usagers ferroviaires, les gares existantes Funa, Limete, Matete et Mikondo devraient avoir devant elles leur espace public pour assurer un ensemble de connexions permettant des échanges aussi complets que possible.

(8) Renforcement du matériel roulant

Nous avons précisé dans les tableaux 12.2.1 et 12.2.2 le nombre nécessaire en matériel roulant (locomotives et voitures de voyageurs) suivant les deux hypothèses ("projet réalisé" et "projet non réalisé"). L'écart entre elles, nul pour la locomotive et de 41 pour la voiture, a été pris en considération lorsque nous avons mesuré l'enveloppe de l'investissement, puisque nous supposons que le parc nécessaire en cas du "Projet non réalisé" est disponible quelle que soit la réalisation du projet de construction de la nouvelle ligne de Kimbanseke.

Le parc dont le renforcement est indispensable, indépendamment du présent projet, est estimé comme suit:

- 17 locomotives (1990, 2000 et 2010)
- 77 voitures (1990), 90 (2000) et 99 (2010)

(9) Aménagements des dépôts et des ateliers centraux

1) Dépôts du matériel roulant

La visite mécanique s'effectue au dépôt de Limete (pour les locomotives de ligne et de manoeuvre) ou au dépôt de Matadi (pour les locomotives de manoeuvre). Compte tenu de la capacité opérationnelle et de celle du réservoir de carburant du dépôt de Limete, l'équipement actuellement disponible nous paraît suffisant pour assurer le surplus des travaux d'inspection résultant de l'implantation nouvelle de la ligne de Kimbanseke.

Dans l'organisation actuelle, c'est le dépôt de Limete (Formation) qui, avec son emplacement idéal, fonctionne effectivement comme un terminus pour les trains de marchandises.

Cependant, au moment où le réseau ferré urbain sera pleinement exploité, ce sont les gares "Kimbanseke-Est", Kin-Est, Aéroport Ndjili et Kintambo qui constitueront les terminus pour les trains de voyageurs et comme on le voit dans le graphique de marche (Fig.12.1.2), elles devront permettre le remisage de nuit non seulement des voitures de voyageurs mais aussi des locomotives. De ce fait, il est souhaitable de doter ces gares du personnel, du stock de pièces de rechange, et éventuellement d'un réseau de carburant tels qu'on puisse y effectuer l'inspection quotidienne.

En ce qui concerne les voitures de voyageurs, leur inspection ne se fait qu'aux ateliers centraux de Limete et il n'existe pas de dépôt spécialisé. De même que pour les locomotives, la présence d'un dépôt est essentielle afin d'assurer pour le parc de voitures de voyageurs la visite quotidienne et mensuelle.

2) Ateliers centraux

Le Plan quinquennal de l'ONATRA prévoit le projet de transfert des ateliers centraux de Mbanza-Ngungu vers Limete. Sa réalisation sera intéressante pour l'exploitation du réseau ferré urbain.

Certaines solutions devront être apportées afin de faire face aux principaux problèmes liés aux activités des dépôts et des ateliers centraux. Ils peuvent être récapitulés de la façon suivante:

- Pénurie de pièces de rechange
- Vétuste des machines-outils et des équipements d'inspection
- Qualification insuffisante du personnel technique

(10) Approvisionnement en pièces de rechange et système d'inspection et de réparation pour le matériel roulant

Selon le tableau 4.2.3 qui donne la situation des locomotives diesel, leur taux d'utilisation est bien faible: 63% pour les locomotives de ligne et 54% pour celles de manoeuvre. Cette tendance peut être expliquée par la vétusté du parc actuel d'une part, et par la pénurie sérieuse de pièces de rechange d'autre part.

La seconde cause est aussi responsable du chômage de voitures et de wagons.

Partant de ce constat, des efforts devront être faits pour stabiliser l'approvisionnement. A cette fin, il importe de le programmer à long terme, tout en essayant de connaître exactement l'état des réparations effectuées et la consommation de pièces de rechange. Une solution peut être de commander les pièces en même temps que la commande du matériel roulant.

En tous cas, lorsqu'on parle d'inspection, l'idée principale doit résider dans la prévention de pannes et non pas dans la réparation à effectuer par la suite d'une panne. Des mesures seront donc promptement prises de façon à éviter un accident sérieux et à remédier aux pannes surtout lorsqu'elles ne sont pas encore graves. En règle générale, la visite quotidienne ainsi que l'inspection mensuelle doivent concerner non seulement les locomotives mais aussi les voitures et les wagons.

(11) Autres projets relatifs à l'implantation nouvelle

1) Doublement de la voie Matete~Lemba

Le projet de construction de la nouvelle ligne de Kimbanseke reste, dans l'hypothèse où la voie soit doublée sur le tronçon Matete~Lemba avant 1990, l'année de fin de travaux de construction de la ligne de Kimbanseke.

L'ONATRA a l'intention de lancer ces travaux, dès qu'il termine le doublement en cours de la voie entre Funa et Kin-Est, il est par ailleurs à la recherche de fonds.

Quoiqu'il en soit, l'état de la voie (unique ou double) entre Matete et Lemba ne devra pas influencer de façon directe les besoins de la ligne de Kimbanseke, en tant que l'exploitation du réseau urbain soit effectuée en respect du programme.

Ainsi que nous l'avons vu au chapitre 12, les trains qui circulent à l'heure de pointe sur la ligne de Kimbanseke en passant par Matete~Nouvelle gare de Lemba sont au nombre de 7 par jour. Si on tient compte de 2 ou 3 trains se dirigeant vers Mbanza-Ngungu et vers Matadi (20 trains au total par jour, ces trains seront plus nombreux en 2010, soit 30~35 trains), il y aura 9~10 trains au total qui circulent, toujours à l'heure de pointe, sur le tronçon Matete~Lemba.

En règle générale, le trafic d'une telle densité peut circuler sans difficulté sur la voie unique. Cependant il sera préférable de disposer d'une voie doublée, au moins entre Matete et N.G. Lemba, si on considère le niveau technique de la gestion de l'ONATRA et la fréquence élevée des accidents. La présence de la voie doublée procurera une certaine souplesse particulièrement lorsque l'horaire est bouleversé pour une raison quelconque.

La rapidité, l'économie, la sécurité et la fiabilité constituent les principaux atouts qui sont propres au transport ferroviaire et dont la qualité peut agir sensiblement sur les besoins potentiels. De ce fait, il est proposé de s'engager, dans l'immédiat, à doubler la voie du tronçon considéré.

Le tronçon entre Matete et Nouvelle gare de Lemba s'étend sur une longueur approximative de 2,5 km. Le coût pour la réalisation du doublement de la voie est estimé à environ 190.000.000 Z (1.530.000 US\$), le coût unitaire de construction d'une voie unique étant de l'ordre de 76.000.000 Z/km.

2) Réhabilitation de la ligne de Kintambo et extension de la ligne de Bokassa

La réhabilitation de la ligne existante de Kintambo, destinée principalement au transport de marchandises, est actuellement engagée dans l'intention d'y assurer, à partir de 1988, le transport de voyageurs.

Pour ce qui est du projet de prolongement de la ligne de Bokassa vers la direction Ouest, les moyens financiers demeurent introuvables. Le Plan directeur de la JICA prévoit par ailleurs que cette ligne s'étendra, au milieu de l'an 1990, jusqu'à Kintambo en passant par Pont Kasa-Vubu et par Assossa.

C'est ainsi que ces deux projets, eux aussi, constituent les préalables à la réalisation du projet de construction de la ligne de Kimbanseke.

Les impacts susceptibles d'être provoqués par la non-réalisation des préalables ont été mesurés tant sur le plan des besoins que sur le plan de l'évaluation du projet (voir chapitres 11 et 15). Le tableau 16.11.1 donne un récapitulatif de ces impacts.

Tableau 16.11.1 IMPACTS SUR LA LIGNE DE KIMBANSEKE

	Régression Besoins (en 2000)	Taux interne rentabilité	
		économique	financière
① Sans extension Ligne Bokassa	- 19,4 %	12,5 %	3,3 %
② Sans réhabilitation Ligne Kintambo	- 13,3	14,1	4,0
③ ① + ②	- 28,5	8,8	2,1

(Source: Equipe d'étude JICA)

L'impact dû à la non-réalisation de l'extension de la ligne de Bokassa est donc plus important pour la ligne de Kimbanseke que celui résultant de l'inexécution de la réhabilitation de la ligne de Kintambo. Le taux interne de rentabilité économique est, dans les deux cas, supérieur à 10%.

Toutefois, l'impact devient plus sérieux dans le cas où ces deux projets ne sont menés à terme; la demande sur la ligne de Kimbanseke ne sera alors que de 50.500 voyageurs en l'an 2000, soit une régression de 28,5%. Le T.I.R.E sera inférieur à 10%, ce qui rend même difficile la justification économique de la construction de la nouvelle ligne de Kimbanseke. En définitive, un de ces deux projets doit être au moins réalisé.

Chapitre 17 CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS

17-1 VALEURS DU PROJET

Le présent projet consiste à implanter une voie ferrée, d'une longueur approximative de 5 km. Son tracé dérive de la voie existante à proximité de la gare de Lemba, puis s'inscrit, après franchissement de la rivière Ndjili, dans la zone de Kimbanseke. Les coûts d'investissement, y compris les coûts d'approvisionnement en matériel roulant, sont estimés à 4 milliards de zaïres (prix juillet 1987).

La réalisation du projet permettra d'améliorer considérablement la liaison entre l'agglomération urbaine de Kinshasa et les zones de Ndjili et de Kimbanseke, où la population, d'environ 570.000 habitants en 1985, tend à croître de façon spectaculaire. Du fait que la prévision montre que, à l'horizon de l'an 2000, le nombre de voyageurs empruntant cette nouvelle voie ferrée sera de l'ordre de 70.000 par jour, la réalisation du projet sera significative pour l'organisation équilibrée d'un réseau de transports entre les deux entités urbaines - Kinshasa-Ouest et Kinshasa-Est.

Par ailleurs, dans le contexte d'une dimension démographique de plus en plus importante des zones de Ndjili et de Kimbanseke qui nécessite de leur conférer des fonctions urbaines plus ou moins autonomes (équipements pour les activités d'affaires et de commerces), les impacts que la présence de la nouvelle ligne ferrée peut exercer sur leur développement seront aussi significatifs.

17-2 ESTIMATIONS DU PROJET

(1) Analyse économique et financière

L'analyse tant économique que financière sur la faisabilité du projet a été effectuée dans l'hypothèse où la desserte par le chemin de fer urbain (la ligne principale et la ligne de l'Aéroport) est assurée de façon satisfaisante, à savoir avec un intervalle régulier de 15 minutes aux heures de pointe. Pour ce faire, le parc du matériel roulant, récapitulé dans le tableau 17.2.1, doit être disponible.

Tableau 17.2.1 PARC NECESSAIRE DU MATERIEL ROULANT

	PARC ACTUEL	PARC NECESSAIRE	
		Avant mise en service de la L. Kimbanseke	Après mise en service de la L. Kimbanseke
LOCOMOTIVES	4 ⁽¹⁾	17	17
VOITURES	44	77	99

(Source: Equipe d'étude JICA)

(¹) Les locomotives de manoeuvre affectées sur le circuit.

Par ailleurs, il est également supposé que les projets ci-dessous soient menés à terme, à savoir:

- 1) Amélioration de la ligne de Kintambo pour le transport de voyageurs..... 1991
- 2) Extension de la ligne de Bokassa
 - 1992 jusqu'à Assossa
 - 1995 jusqu'à Kintambo

Lorsque cette condition sera remplie, le présent projet peut apporter un avantage sensible à l'économie nationale avec un taux interne de rentabilité économique de 16,4%. Il sera plus significatif si on tient

compte également des atouts indirects qui ne sont pas mesurés dans l'analyse.

Pour ce qui est de la faisabilité financière, le taux interne de rentabilité est estimé à 5,7%, ce qui implique l'établissement d'un programme sérieux de financement (financement à intérêt faible de long terme, subvention de l'Etat).

(2) Impacts de l'exploitation et de l'amélioration du réseau existant sur le projet

Le tableau 17.2.2 tente de montrer comment varient les taux internes de rentabilité économique et financière dans le cas où, hormis la disponibilité du parc du matériel roulant nécessaire au service du chemin de fer urbain, les projets ci-dessus ne seront pas mis à jour.

Il est à rappeler par ailleurs que ces critères seront encore plus aléatoires si l'exploitation du chemin de fer existant reste dans une situation actuelle.

Tableau 17.2.2 RESULTATS DE L'ANALYSE

	T.I.R.E	T.I.R.F
Toutes conditions préalables sont remplies (cas de base)	16,4 %	5,7 %
Sans réhabilitation de la ligne de Kintambo (A)	14,1	4,0
Sans extension de la ligne de Bokassa (B)	12,5	3,3
Sans (A) + (B)	8,8	2,1

(Source: Equipe d'étude JICA)

17-3 CONCLUSIONS

Il s'agit donc d'un projet dont la faisabilité technique et économique peut se justifier pourvu que le réseau existant puisse assumer son rôle en tant que chemin de fer urbain et que les moyens financiers soient disponibles. On peut attendre de la réalisation du présent projet bien des impacts positifs.

Compte tenu de la pénurie d'équipements de transport, constatée dans les zones de Ndjili et de Kimbanseke, la question de l'aménagement dans ce domaine doit être considérée comme une priorité de l'heure et il faudrait aboutir à brève échéance à la concrétisation du présent projet.

17-4 RECOMMANDATIONS

En tout état de cause, la desserte fréquente et régulière du transport urbain sur le circuit ferré existant étant avérée indispensable pour la meilleure exploitation de la nouvelle ligne de Kimbanseke, un certain nombre d'interventions d'amélioration touchant au réseau existant et constituant un minimum s'imposent:

- (1) La procuration d'un parc de matériel roulant requis pour offrir une fréquence de service en tant que chemin de fer urbain.
- (2) La desserte de voyageurs sur la ligne de Kintambo.
- (3) L'extension de la ligne de Bokassa.

De plus, nous avons énuméré, ci-après, les différentes opérations d'aménagement portant sur les voies existantes qui réclament leur mise en oeuvre, avant ou en même temps de notre projet, afin de mettre en valeur l'ensemble du réseau ferré urbain à Kinshasa.

- (1) L'organisation du système de gestion opérationnelle adéquat au chemin de fer urbain.
- (2) La formation professionnelle du personnel pour le transport urbain.
- (3) Le renforcement de la voie pour les lignes existantes.
- (4) L'amélioration des équipements de signalisation et de télécommunication pour les lignes existantes.
- (5) L'aménagement des équipements de sécurité pour les lignes existantes (passage à niveau, etc.).

- (6) L'aménagement des gares pour les lignes existantes.
- (7) La création de la place publique face à la gare et le service d'accès par moyen de transport secondaire.
- (8) L'aménagement des dépôts et des ateliers centraux.
- (9) L'approvisionnement en pièces de rechange et système d'inspection et de réparation pour le matériel roulant.

Il est donc fort souhaitable que le Gouvernement zaïrois ainsi que les autorités intéressées s'efforcent, dans toute la mesure du possible, de les achever à brève échéance.

Dossier Annexe

DOSSIER ANNEXE

1. Analyse du Potentiel: Emplacement de la Gare Ferroviaire
 2. Schémas d'Opération de Trains
 3. Durée de Parcours Interstation
 4. Plans de la Nouvelle Gare de Lemba
 5. Références pour le Calcul des Coûts de Circulation des Véhicules
 6. Analyse Economique
 7. Analyse Financière
-

Annexe 1

Analyse du Potentiel: Emplacement de la Gare ferroviaire

1-1 BUT ET METHODOLOGIE

La mesure du potentiel pour l'emplacement d'une gare ferroviaire a précédé l'option et l'estimation des alternatives du tracé de la nouvelle ligne de Kimbanseke. Il s'agit d'examiner, du point de vue des besoins en transport, le potentiel que gardent les différents points de l'aire d'étude.

Le potentiel de l'emplacement de la gare constitue un des critères relatifs pouvant mesurer l'attractivité d'usagers d'un point voulu en cas où une gare y soit construite. Cette analyse permet de localiser, de façon adéquate, la gare à réaliser d'une part et peut servir de base à un jugement d'appréciation de chacune des alternatives au point de vue de la demande, d'autre part.

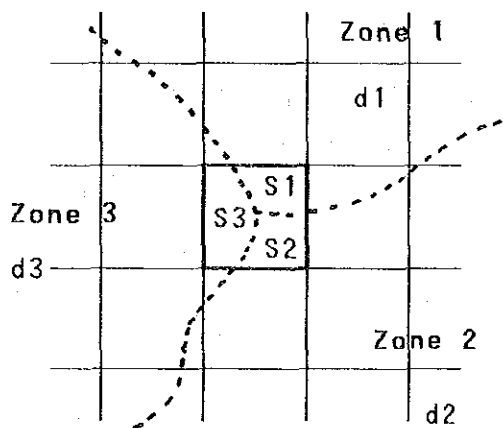
Dans la première démarche de l'analyse, l'ensemble de l'aire d'étude (zones de Ndjili et de Kimbanseke) a été distingué en 845 "mailles", découpées, tous les 200 m, selon les axes Est-Ouest et Nord-Sud. L'analyse consiste ensuite à calculer le potentiel d'attractivité au niveau des croisés des mailles.

1-2 POPULATION MAILLEE

La zone de Ndjili est divisée en 13 sous-zones et la zone de Kimbanseke en 14. La population de ces sous-zones ayant été recensée en 1986, nous disposons de leurs données démographiques (cf. Chapitre 9 "PERSPECTIVES DE L'AIRE D'ETUDE").

A supposer que dans chaque sous-zone, la population soit répartie de façon uniforme, la population dans une maille peut être obtenue; densité démographique de la sous-zone correspondante \times surface de la maille (soit 40.000 m², mais la surface non habitable telle que la pente dure ne sera pas prise en compte).

Lorsqu'il s'agit d'une maille formée de plusieurs sous-zones, la proportion de la population de chacune des sous-zones imprégnées dans la même maille est d'abord mesurée.



Population de la maille

$$= d_1 S_1 + d_2 S_2 + d_3 S_3$$

d_i : Densité de population dans la zone i
 S_i : Surface de la zone i dans la maille

La répartition démographique dans les mailles ainsi obtenue est représentée dans une carte pointillée.

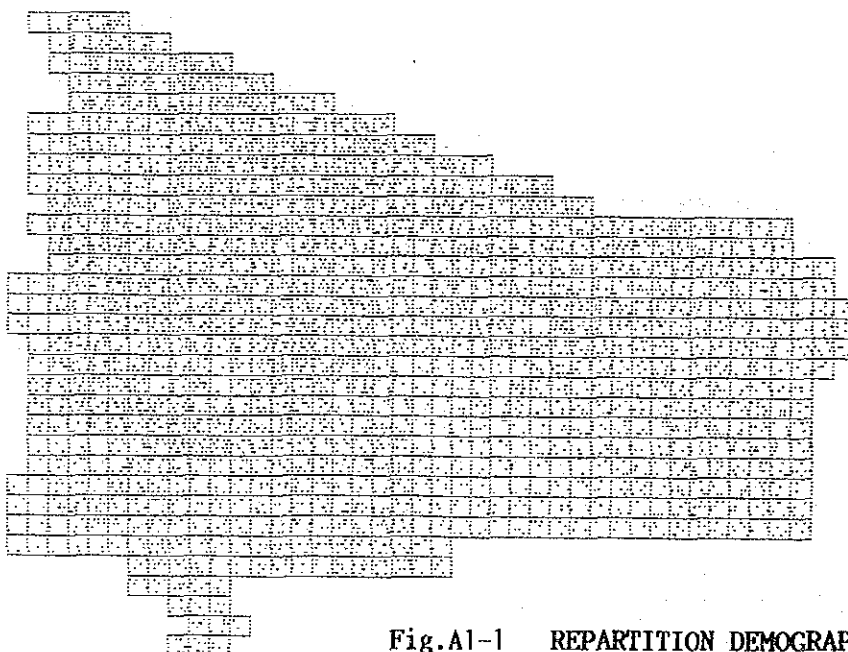
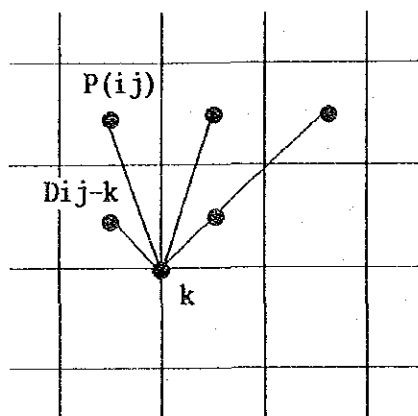


Fig.A1-1 REPARTITION DEMOGRAPHIQUE DANS L'AIRE D'ETUDE

1-3 DEFINITION DU POTENTIEL

(1) Absence de la compétition de l'autobus

$$POT(k) = \sum_i \sum_j \frac{P(ij)}{D_{ij-k}^\alpha}$$



POT (k) : Potentiel de l'emplacement du croisé k

P (ij) : Population dans la maille ij

Dij - k : Distance routière mesurée du centre de la maille ij au croisé k

Dij - k = (distance sur ligne droite) × (|sin θ| + |cos θ|)

θ : Angle de déviation de la ligne ij - k par rapport à la direction Est-Ouest

α : Paramètre représentant la résistance contre la marche à pied (α = 1,5)

(2) Présence de la compétition de l'autobus

$$POT(k) = \sum_i \sum_j \frac{P(ij)}{D_{ij-k}^\alpha} \times \frac{1}{\frac{1}{D_{ij-k}^\alpha} + \frac{1}{D_{ij-B}^\alpha}}$$

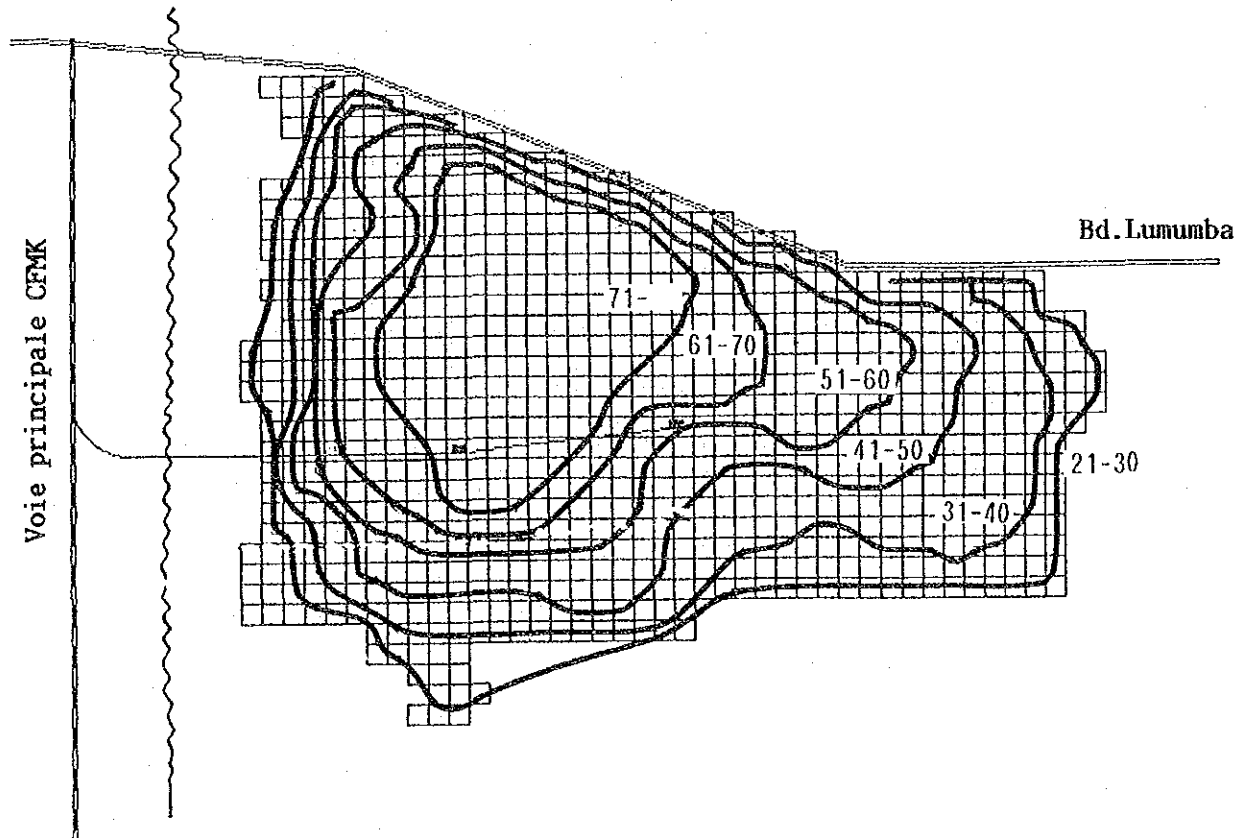
$$= \sum_i \sum_j \frac{P(ij)}{D_{ij-k}^\alpha} \times \frac{D_{ij-B}^\alpha}{D_{ij-k}^\alpha + D_{ij-B}^\alpha}$$

D ij - B : Distance routière du centre de la maille ij au terminus d'autobus le plus proche

4-4 RESULTATS

Les résultats sont donnés dans la figure A4-2 (l'indice étant limité à 100 au maximum). Quelle que soit la participation concurrentielle de l'autobus, le potentiel de l'emplacement reste élevé à la partie centrale Ouest de l'aire d'étude (Goma, Tshupa, Shaba, Kivu, Equateur, Bilombe et Manviokele), alors qu'il tend à diminuer au fur et à mesure que le site s'en éloigne. En conséquence, il est souhaitable de situer, dans la mesure du possible, la gare ferroviaire dans la partie centrale Ouest, décrite ci-dessus.

(1) Absence de la compétition de l'autobus



(2) Présence de la compétition de l'autobus

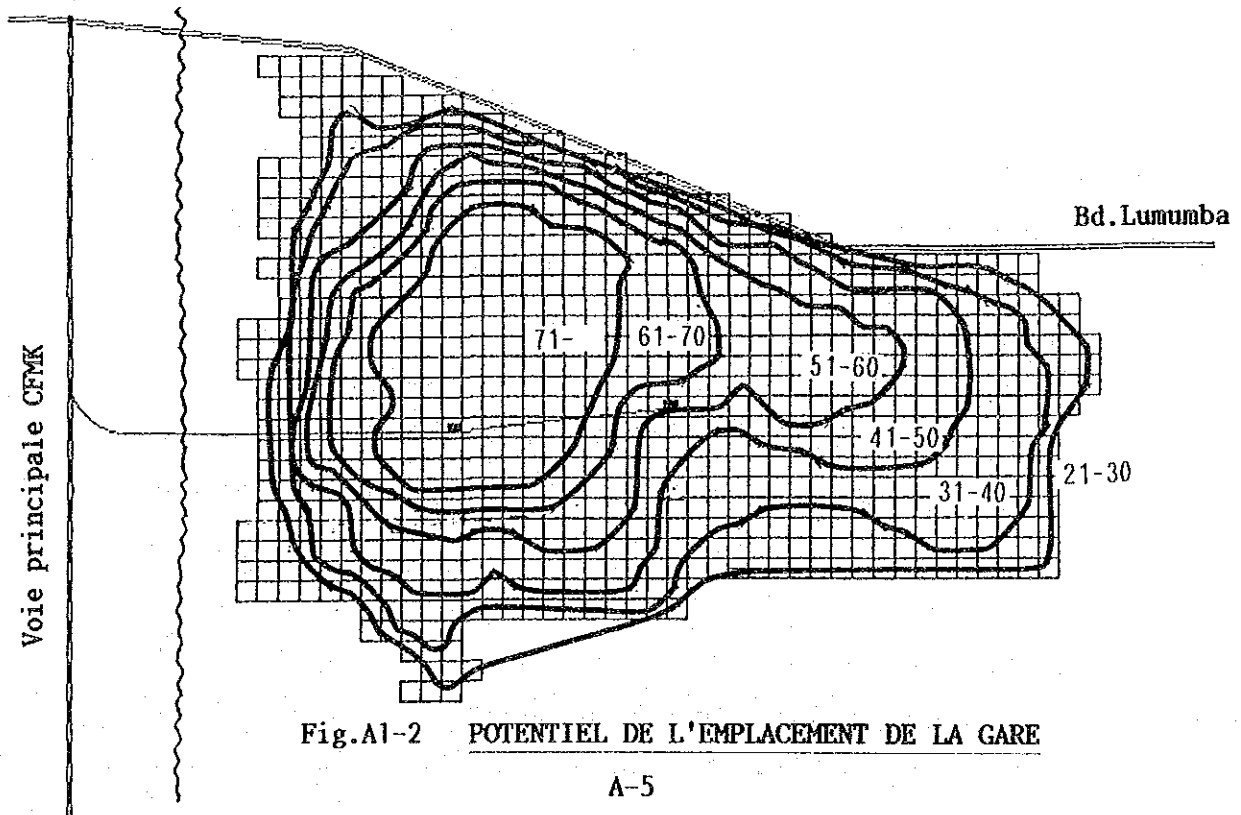


Fig.A1-2 POTENTIEL DE L'EMPLACEMENT DE LA GARE