

RÉPUBLIQUE DU SÉNÉGAL



ÉCOLE POLYTECHNIQUE DE THIÈS

GC.0261

PROJET DE FIN D'ETUDES

EN VUE DE L'OBTENTION DU DIPLOME D'INGÉNIEUR DE CONCEPTION

TITRE      EVALUATION D'UN RESEAU  
DE DISTRIBUTION POSTALE  
POUR L'O.P.C.E

DATE : MAI 1988

AUTEUR : Kati Natèba ANKOU  
DIRECTEUR : Samba DIALLO  
CO-DIRECTEUR : Jean Claude WARMOES

A ma famille...

---

## REMERCIEMENTS

---

Qu'il me soit permis de saisir cette occasion pour témoigner ma gratitude à tous ceux qui, de quelque manière que ce soit, ont contribué à l'élaboration de ce projet de fin d'études.

Mes remerciements iront principalement à :

- M<sup>r</sup> Samba DIALLO, Professeur à l'EPT
- M<sup>r</sup> Jean Claude WARMOES, Professeur à l'EPT
- M<sup>r</sup> Ibrahima TOURE. Sce Acheminement OPCE.

---

---

## SOMMAIRE

---

---

Ce document est une étude consacrée essentiellement à l'évaluation d'un réseau conçu dans le but de réduire les délais d'acheminement postal de l'OPCE et de lui garantir un taux de régularité acceptable.

En sept chapitres, cette évaluation consacre sa première partie à l'étude de praticabilité du réseau et de la disponibilité des véhicules appelés à acheminer le courrier.

Une deuxième partie fera ressortir les coûts actuellement supportés par l'organisme dans son système actuel d'acheminement puis exposera l'estimatif du projet proprement dit avant de procéder à une analyse bénéfice/coût du projet.

## TABLE DES MATIERES

Remerciements . . . . .	i
Sommaire . . . . .	ii
CHAPITRE I - INTRODUCTION ET DEFINITION	
DU PROBLEME . . . . .	1
CHAPITRE II - ETUDE DE PRATICABILITE DU RESEAU . . . . . 4	
I/ Présentation du réseau . . . . .	5
a) Organisation du trafic . . . . .	5
b) Récapitulatif des besoins en véhicules des circuits . . . . .	6
c) Etude du réseau . . . . .	7
II/ Réaménagement du réseau . . . . .	8
a) Circuit 1 . . . . .	8
b) Circuit 2 . . . . .	8
c) Circuit 3 . . . . .	9
CHAPITRE III - ORGANISATION DU TRAFIC SUR LE RESEAU REAMENAGE . . . . . 11	
I/ Synchronisation et étude du temps . . . . .	12
1. Organisation du trafic sur le circuit 1 . . . . .	12
2. Organisation du trafic sur le circuit 2 . . . . .	14
3. Organisation du trafic sur le circuit 3 . . . . .	16
CHAPITRE IV - ETUDE DE FIABILITE DU PARC AUTOMOBILE . . . . . 20	
I/ Les perturbations . . . . .	26
1. Modélisation de la distribution du temps s'écoulant entre 2 perturbations successives . . . . .	26

a) Hypothèses de base . . . . .	26
b) Estimation du paramètre "a" . . . . .	29

CHAPITRE V EVALUATION ECONOMIQUE

DU RESEAU . . . . .	31
1. Evaluation des différents coûts . . . . .	32
a) Coût d'achat des véhicules . . . . .	32
b) Durée d'amortissement . . . . .	33
c) Coût de maintenance et de réparation . . . . .	33
d) Coût du carburant . . . . .	35
e) Coût des intérêts dus à l'investissement . . . . .	35
f) Coût du personnel supplémentaire . . . . .	37
2. Estimation du coût de revient de l'acheminement postal . . . . .	38
3. Estimation du coût actuel de l'acheminement par an . . . . .	40
a) Estimation des frais d'amortissement . . . . .	41
b) Estimation du coût de maintenance . . . . .	41
c) Estimation du coût de l'intérêt sur investissement . . . . .	41
d) Estimation du coût du carburant . . . . .	42

CHAPITRE VI - DISCUSSION ET INTERPRETATION

DES RESULTATS . . . . .	44
1. Faits bénéfiques liés au projet (à l'usager) . . . . .	45
2. <del>Coût</del> <del>du projet</del> . . . . . (à l'opérateur) . . . . .	46

CHAPITRE VII - CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS . . . . . 48

ANNEXES . . . . .	53
ANNEXE 1 - Réseau initial . . . . .	54
ANNEXE 2 - Réseau réaménagé . . . . .	55
ANNEXE 3 - Organisation du trafic . . . . .	56
ANNEXE 4 - Etude de temps et synchronisation . . . . .	57
Bibliographie . . . . .	53

CHAPITRE I

INTRODUCTION ET DEFINITION

DU PROBLEME

## Introduction

L'Office des Postes et de la Caisse d'Épargne (OPCE) est un organisme public qui par sa vocation, se doit de se doter de structures et moyens techniques et financiers, lui permettant de s'acquitter le plus convenablement et le plus efficacement possible, des missions qui lui sont dévolues. Une de ses plus importantes missions réside dans l'acheminement du courrier à travers le Sénégal, et en dehors du territoire National. Pour ce faire, l'OPCE a jusqu'à alors opté pour un transport mixte du courrier, entendons par là qu'une partie du courrier est acheminée par le transport en régie, effectué par les propres véhicules de l'Office, et la plus importante partie par le transport en privé effectué généralement sur contrat par un tiers. Ce mode d'acheminement n'a au demeurant pu répondre aux attentes de l'OPCE qui s'est toujours réclamé d'efficacité



pour mieux assurer sa mission.

En effet, les interminables retards observés dans l'acheminement du courrier ont amené l'OPCE à envisager la distribution du courrier entièrement par un transport en régie pour mieux gérer et contrôler sa propre efficacité.

L'objectif principal que s'est fixé cet organisme demeure l'atteinte de tous les chefs-lieux de régions dans un délai de 24 heures, et des chefs-lieux de départements en 48 heures au plus tard. La réussite d'une telle opération ne saurait se faire sans implication financière. La première phase dudit projet a été l'objet d'une étude de plan de transport qui a abouti à la confection d'un réseau optimal de distribution du courrier à travers le pays. La deuxième phase, qui fait l'objet du présent rapport sera consacrée à une étude économique plus approfondie et à une évaluation du projet dans sa globalité.

---

---

CHAPITRE II

---

---

ETUDE DE PRATICABILITE

DU RESEAU

## I/ Présentation du réseau.

Le réseau qui fera l'objet de notre étude et que nous présentons (voir figure 1) relie par voie routière, les 10 chefs-lieux de régions et les chefs-lieux de départements du Sénégal. Comme montré sur la figure, le réseau est subdivisé en 5 circuits.

### a) Organisation du trafic

#### - Circuit 1

Ce circuit d'une distance totale de 459 km devra être parcouru tous les jours ouvrables et devra desservir les localités telles que Thiès, Diourbel, Kaolack, Fatick.

#### - Circuit 2

Les véhicules assurant ce circuit partiront de Kaolack et desserviront Tambacounda, Linguichor, Banjul avant de retourner à Kaolack, soit une distance totale de 349 km.

- Circuit 3

Long de 532 km, ce circuit relie en aller - retour, Dakar - Thiès - Louga - S<sup>t</sup> Louis

- Circuit 4

Ce circuit commence à S<sup>t</sup> Louis et dessert Dagana, Podor, Matam, Linguère et Louga avant de retourner à S<sup>t</sup> Louis, soit un parcours de 832 km.

- Circuit 5

D'une distance totale 952 km, ce circuit est composé de tronçons Tambacounda - Kédougou - Tambacounda - Bakel - Tambacounda. Notons que le véhicule devant assurer ce circuit prendra le départ à Tambacounda.

b) Récapitulatif des besoins en véhicules des circuits

Circuit	# 1	# 2	# 3	# 4	# 5
Nombre de véhicules	2	3	2	2	1
Kilométrage annuel	143 208	296 088	165 984	129 792	148 512
Kilométrage annuel/véh	71 604	98 696	82 992	64 896	74 256

### c) Etude du réseau

Une étude de la configuration de ce réseau, des conditions d'opération de l'équipement, des distances à parcourir et du nombre de véhicules affectés à la couverture du réseau nous permet de faire certaines remarques.

i) L'aridité du Sénégal septentrional ajoutée à la forte évaporation qui y règne nous permettent d'afficher des reticences quant à ce qui concerne la soumission d'un véhicule à un rythme de 832 km d'affilée dans cette région.

D'autre part, les mêmes considérations ci-dessus énumérées nous permettent de trouver inadéquat, qu'un véhicule parcourt tout le circuit 2 d'une distance totale de 349 km dans un climat assez difficile pour les véhicules.

ii) Quant au circuit 5 d'une distance

totale de 352 km, les conditions d'opération à savoir le mauvais état des pistes menant à Kédougou et Bakel, combinées à la chaleur qui y prévaut nous permettent d'écarter ce circuit du transport en régie. Son caractère terminal se prête bien à un transport en privé.

## II/ Réaménagement du réseau

Les remarques ci-dessus faites, nous conduisent à des réaménagements pouvant rendre beaucoup plus praticable le réseau que nous évaluons.

### a) Circuit 1

Ce circuit reste inchangé

### b) Circuit 2

Au lieu de soumettre l'équipement à une distance de 349 km d'affilée, nous ferons les réaménagements suivants :

- Le véhicule prenant son départ à Kaolack se rendra donc à Tambacounda et retournera à Kaolack.

Quant aux autres tronçons de ce circuit, ils seront assurés comme suit :

Air - Sénégal acheminera le courrier jusqu'à Ziguinchor. De Ziguinchor, deux véhicules prendront le départ avec leurs courriers respectifs. L'un se rendra à Banjul puis retournera à Ziguinchor, et l'autre partira pour Vélingara en passant par Kolda.

### c) Circuit 3

Ce circuit commencera à Thiès au lieu de Dakar. Le véhicule qui devra couvrir ce circuit se rendra à Podor via Louga, St Louis et Dagana. Ce véhicule devra revenir à Louga pour récupérer le courrier de provenance de Matam et Linguère. Entre-temps, un deuxième véhicule devra prendre le départ à Louga après l'arrivée du véhicule en provenance de Thiès. Ce véhicule aura à se rendre à Linguère puis à Matam avant de retourner à Louga.

Notons que les tronçons Tambacounda - Kédougou , Tambacounda - Bakel , Kaolack - Nioro et Ziguinchor - Oussouye seront confiés à des transporteurs privés. La figure 2 représente le réseau réaménagé.



---

---

CHAPITRE III

---

---

ORGANISATION DU TRAFIC

SUR LE RESEAU REAMENAGE

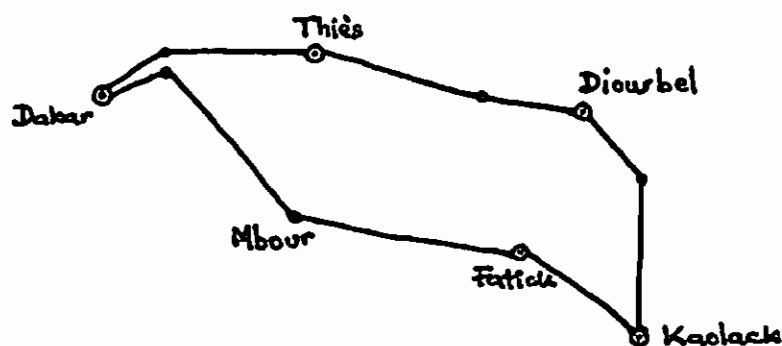
Dans l'étude de l'organisation du trafic, nous nous imposons les contraintes suivantes:

- a) La vitesse de parcours est fixée à 70 km/h.
- b) L'arrivée à chaque chef-lieu de région sera sanctionnée d'un temps de service de 30 minutes.
- c) L'arrivée à chaque chef-lieu de département sera sanctionnée d'un temps de service de 15 minutes.

### I/ Synchronisation et étude du temps.

Nous considérerons Dakar comme centre principal de traitement, c'est à dire que toutes les correspondances doivent y transiter avant d'atteindre leurs destinations respectives.

#### 1- Organisation du trafic sur le circuit 1



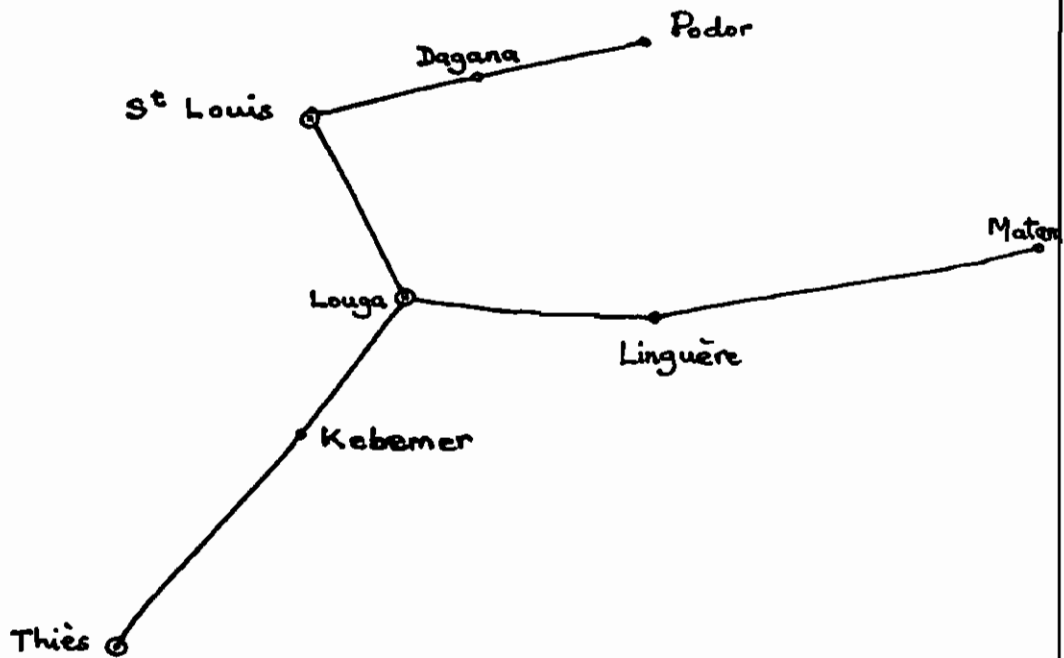
Circuit 1

Le véhicule chargé d'assurer le trafic sur ce circuit quittera Dakar à 6 heures, et y retournera aux environs de 15 heures après avoir desservi les chefs-lieux de régions de Thiès, Diourbel, Kaolack, Fatick et les chefs-lieux de départements situés sur le parcours.

Au total, le véhicule parcourt 459 km par jour. Etant donné le rôle prépondérant de circuit principal que joue ce circuit dans le réseau, nous nous devons de lui garantir une régularité assez appréciable. Pour ce faire, nous allouons à ce circuit, un effectif de deux véhicules, qui assureront alternativement le circuit

Circuit 1 : 2 véhicules.

## 2- Organisation du trafic sur le circuit 2.



Circuit 2

Le véhicule assurant ce circuit prend son départ à Thiès et ne pourra partir que lorsque le véhicule assurant le circuit 1 soit  $V_1$  aura atteint Thiès c'est à dire après 7h 15mn. Le véhicule dont le départ est prévu à 7h 45mn devra se rendre jusqu'à Podor en desservant Louga, St Louis,

et Dagana, puis retourner à Thiès, localité qu'il atteindra aux environs de 22h 30 mn, soit un kilométrage de 818 km.

Nous allouons à ce circuit, 2 véhicules qui feront le parcours, alternativement.

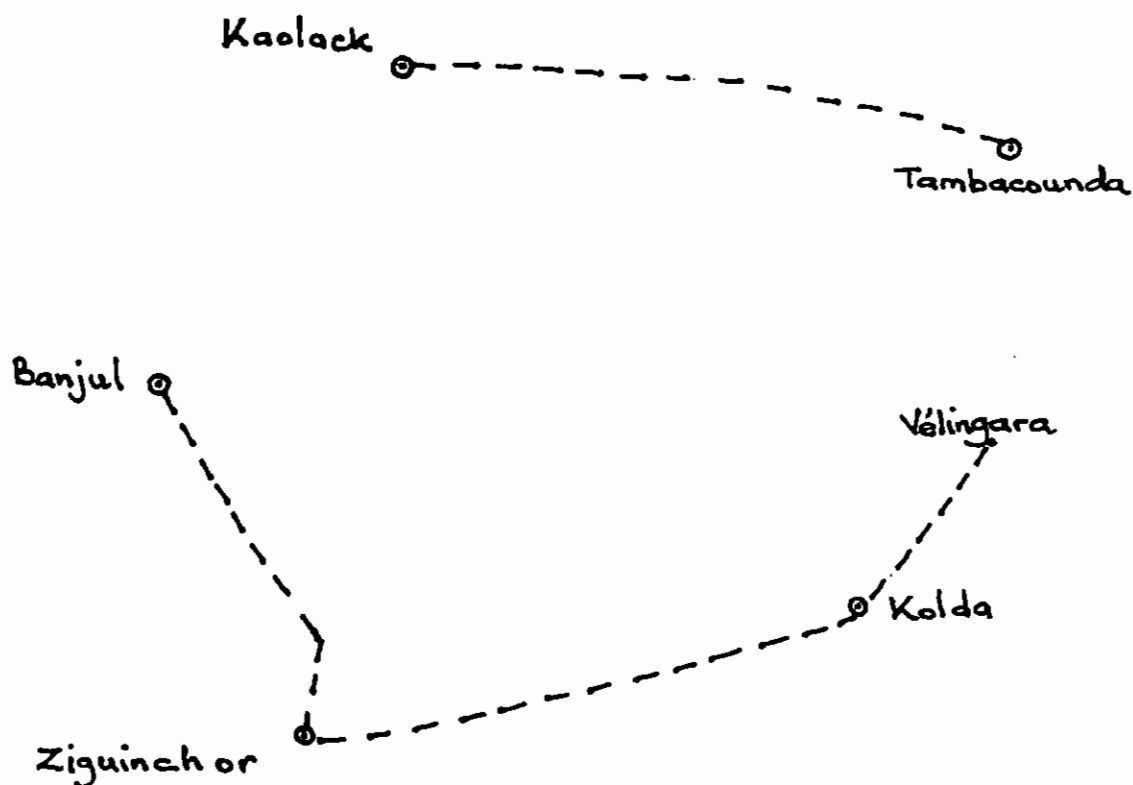
Quant au deuxième tronçon du circuit (St Louis - Linguère - Matam), il sera assuré par un autre véhicule qui prendra son départ à Louga à 10h 15 mn pour y revenir aux environs de 20h 15 mn, heure à laquelle le véhicule en provenance de Podor repassera à Louga pour prendre le courrier en provenance de Matam et Linguère et l'acheminer vers Thiès.

Nous allouons un véhicule à ce tronçon.

Le circuit 2 totalise donc 3 véhicules dont 2 stationnés à Thiès, et le troisième à Louga.

Circuit 2 : 3 véhicules,

### 3 - Circuit 3



Trois véhicules au total assureront la distribution sur ce circuit.

Un premier véhicule quittera Kaolack à 11<sup>h</sup> 15 avec le courrier en provenance de Dakar, et se rendra jusqu'à Tambacounda, localité qu'il atteindra vers 15<sup>h</sup> 30. Le véhicule

devra ensuite retourner à Kaolack. Quant aux localités situées dans le Sud du pays, Air - Sénégal acheminera le courrier chaque matin à Fiquinchor. L'arrivée à Fiquinchor du courrier est prévue aux environs de 9 heures. De Fiquinchor, deux véhicules prendront le départ à 10 heures. L'un se rendra à Bignona puis à Banjul, localités qu'il atteindra respectivement à 10<sup>h</sup> 25 et à 12<sup>h</sup> 30. L'autre véhicule desservira Sédhiou qu'il atteindra à 11<sup>h</sup> 25, Kolda où l'arrivée est prévue pour 12<sup>h</sup> 55 et Vélingara, localité qui tout comme les autres chefs-lieux de départements ne sera desservi que 3 fois par semaines. Ces deux véhicules devront ensuite retourner à Fiquinchor.

La figure IV présente les temps d'arrivée du courrier à tous les chefs-lieux de régions et de départements desservis par le transport en régie. Notons que tous les lignes confiées au privé sont assurées 3 fois par semaine.

Le tableau ci-dessous présente les délais d'acheminement du courrier.

DESTINATIONS	DELAIS D'ACHEMINEMENT	DESTINATIONS	DELAIS D'ACHEMINEMENT
THIES	1 <sup>h</sup> 15	BANJUL	6 <sup>h</sup> 30
M'BOUR	7 <sup>h</sup> 30	KEBEMER	2 <sup>h</sup> 15
BAMBAY	2 <sup>h</sup> 25	LOUGA	3 <sup>h</sup> 45
DIORBEL	3 <sup>h</sup> 05	SAINT - LOUIS	5 <sup>h</sup> 20
FATICK	5 <sup>h</sup> 15	DAGANA	7 <sup>h</sup> 00 + 24 <sup>h</sup>
TAMBACOUNDA	9 <sup>h</sup> 30 + 24 <sup>h</sup>	PODOR	8 <sup>h</sup> 30 + 24 <sup>h</sup>
KAOLACK	4 <sup>h</sup> 45	LINGUERE	6 <sup>h</sup> 05 + 24 <sup>h</sup>
KAFFRINE	6 <sup>h</sup> 45	MATAM	9 <sup>h</sup> 20 + 24 <sup>h</sup>
VELINGARA	9 <sup>h</sup> 00	BAKEL	
KOLDA	6 <sup>h</sup> 55	KEDOUGOU	
SEDHIOU	5 <sup>h</sup> 25	OUSSOUYE	
ZIGUINCHOR	4 <sup>h</sup> 00	NIORO	
BIGNONA	4 <sup>h</sup> 25		



Nous pouvons dès lors conclure que du point de vue délai d'acheminement, le réseau finalement réaménagé et les moyens mis en œuvre pour le couvrir permettent d'atteindre largement les objectifs préfixés.

Il faut noter cependant que le respect de ces délais d'acheminement passe par un certain nombre de considérations parmi lesquelles on pourra énumérer :

- La disponibilité de carburant en tous les points où s'effectuent les départs de circuits.

- L'équipement des véhicules en matériels et en personnel devant permettre une réparation rapide au cas où une panne surviendrait en cours de route.

- L'entretien adéquat des véhicules afin de leur permettre d'être fonctionnels en cas de besoin.

- La fiabilité du système de distribution afin de minimiser les risques de panne.

- La gestion adéquate des stocks de pièces détachées.

CHAPITRE IV

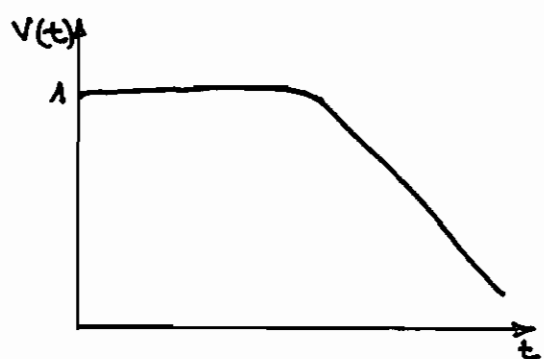
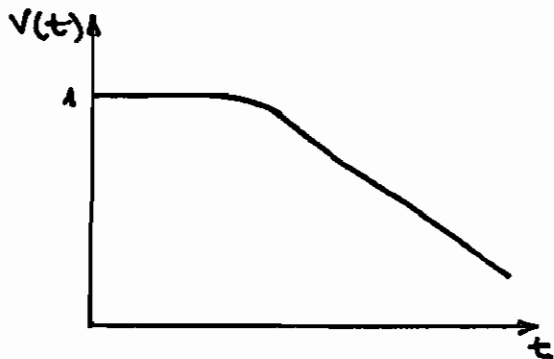
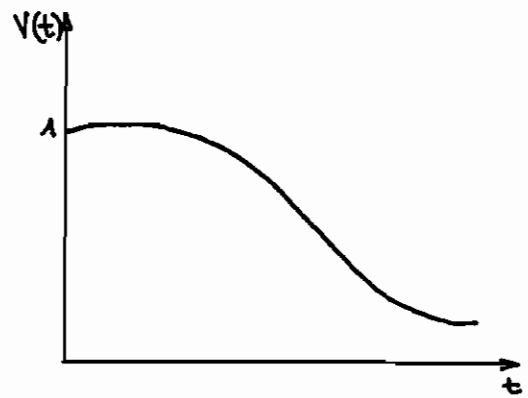
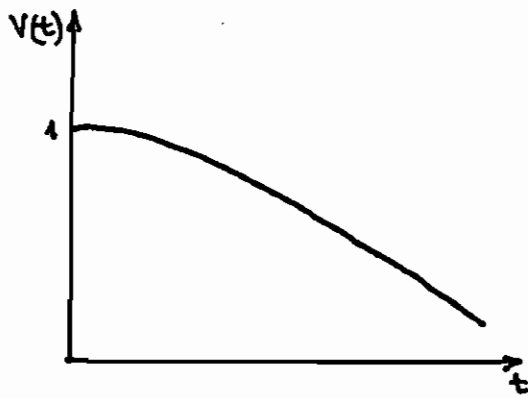
ETUDE DE FIABILITE DU PARC

AUTOMOBILE

La fiabilité d'un système se définit comme étant la probabilité pour que ce système reste fonctionnel c'est à dire la probabilité pour qu'il ne tombe pas en panne durant un intervalle de temps donné.

La fiabilité de notre système de transport se trouve directement liée à la disponibilité du parc automobile en ce que plus le système est fiable, plus il demeurera disponible à l'usage. Dans le présent cas, un examen de l'organisation du trafic nous conduit à la conclusion que le parc automobile doit pouvoir offrir une fiabilité et une disponibilité assez appréciables, étant entendu que l'objectif dudit projet reste l'amélioration du taux de régularité dans l'acheminement du courrier.

La fiabilité d'un matériel dans la majeure des cas est inversement proportionnelle à son âge. Nous présentons ici 4 modèles principaux de variation de la disponibilité d'un matériel en fonction de son âge technique.



Variation de la disponibilité en fonction du temps.

Considérons que la durée de vie technique des véhicules soit régie par un processus stochastique de fonction de distribution  $f(t)$ .  $f(t) dt$  représente la probabilité pour que la durée de vie technique que nous noterons par  $\tau$  soit comprise entre  $t$  et  $t + dt$ .

La fonction de répartition  $F(t)$  représente

la probabilité pour que la durée de vie technique  $\tau$  soit inférieure à  $t$ .

$$F(t) = P\{\tau < t\}$$

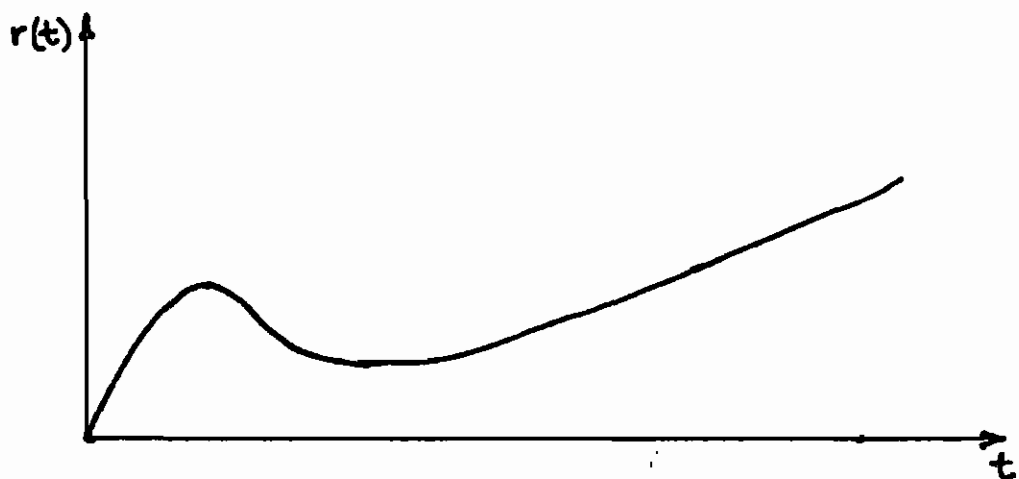
La fonction fiabilité ou disponibilité est définie comme étant  $V(t) = 1 - F(t)$ , et représente la probabilité pour que  $\tau$  soit supérieur à  $t$ . En d'autres termes, c'est la probabilité pour que le matériel reste opérationnel jusqu'au temps  $t$ .

Le taux d'avarie est défini comme étant

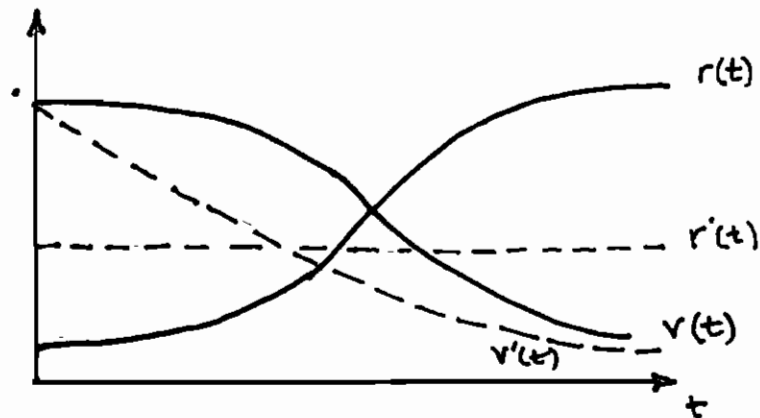
$$r(t) = -\frac{V'(t)}{V(t)} \text{ et représente la vitesse}$$

avec laquelle le matériel tend vers sa mort technique.

La figure ci-dessous donne la variation du taux d'avarie en fonction du temps.



Le modèle que nous utiliserons pour les fins de notre étude est le modèle du taux d'avarie constant dans le temps.



Le processus que nous avons considéré étant stochastique, nous nous intéresserons à connaître la durée de vie technique moyenne du matériel. Nous avons alors :

$$\mu = \int_0^{+\infty} t f(t) dt$$

Ce qui donne par une intégration par parties :

$$\mu = \int_0^{+\infty} v(t) dt$$

Supposons à présent que la durée de vie technique soit régie par une loi de GAUSS

de moyenne 5 que nous supposons être la durée de vie économique des véhicules, et d'écart-type  $\sigma$ .

La fonction de distribution s'écrit donc:

$$f(t) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(t-5)^2}{2\sigma^2}}$$

La fonction de répartition régissant notre modèle stochastique s'écrit alors:

$$F(t) = \int_0^t f(x) dx$$

$$F(t) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \int_0^t e^{-\frac{(x-5)^2}{2\sigma^2}} dx$$

## I/ Les perturbations

Comme la vie de tout être, la vie d'un matériel est parsemée de perturbations dont l'intensité et la fréquence varient souvent avec l'âge. Nous supposons dans notre étude que les perturbations sont d'intensités aléatoires, et que l'intervalle de temps entre deux perturbations successives est aussi régi par un phénomène aléatoire.

### 1. Modélisation de la distribution du temps s'écoulant entre deux perturbations,

#### a) Hypothèses de base

Pour des fins de modélisation, nous supposons vraies les hypothèses suivantes :

- a) Tous les intervalles de temps sont régis par la même loi.
- b) Il ne se produit qu'un seul événement pendant l'intervalle de temps dt ou alors, plusieurs événements ou perturbations indiscernables, assimilables donc à une



seule perturbation.

c) La loi régissant les perturbations observées après un temps  $t$  est indépendante de ce qui s'est passé avant le temps  $t$ .

d) Les réparations se font de façon instantanée selon l'unité de temps choisi. Nous choisissons ainsi le jour comme unité de temps.

Une fois les hypothèses acceptées, considérons que la dernière perturbation observée s'est produite au temps  $t_0$ . La probabilité que le matériel reste opérationnel entre le temps où la réparation a été effectuée  $t_0$  et un temps futur  $t$ , donc pendant l'intervalle de temps  $t - t_0$  et qu'une autre perturbation se produise immédiatement après  $t$ , c'est à dire à  $t + dt$  est alors :

$$G(t) = \frac{f(t - t_0) dt}{1 - F(t - t_0)}$$

$1 - F(t - t_0)$  dénote la disponibilité du matériel durant l'intervalle de temps  $t - t_0$ .

Notons qu'en terme de probabilité,  $f(t)dt$  représente la probabilité qu'un matériel fonctionne durant  $t$  et qu'il tombe en panne à  $t + dt$ .

Nous remarquons alors que le terme  $\frac{f(t-t_0)}{1-F(t-t_0)}$  n'est rien d'autre que le taux

d'avarie entre les temps  $t_0$  et  $t$ . Par suite,  $G(t)$  représente bien la probabilité que le matériel tombe en panne juste après avoir opéré de  $t_0$  à  $t$ .

Étant donné que le taux d'avarie est indépendant de  $t_0$ , instant où la dernière perturbation a été observée puis réparée, il l'est en particulier pour  $t_0 = 0$  et  $t_0 = t$ .

$$\text{D'où } \frac{f(t)}{1-F(t)} = \frac{f(0)}{1-F(0)} = \frac{f(0)}{1-0} = a$$

Nous avons alors:  $f(t) = a(1-F(t))$ .

Il en découle l'équation différentielle

$$\frac{dF(t)}{dt} = a[1-F(t)]$$

$$\Rightarrow \frac{dF(t)}{dt} + aF(t) - a = 0$$

La solution de cette équation différentielle est :

$$F(t) = 1 - e^{-at}$$

D'où  $f(t) = \frac{dF(t)}{dt} = ae^{-at}$

$$f(t) = ae^{-at}$$

$f(t)$  représente donc la loi de distribution régissant l'intervalle de temps entre deux perturbations successives.

Notons que le paramètre "a" représente l'inverse de la moyenne des pannes observées quotidiennement. Ce paramètre sera calculé non pas pour le parc automobile dans sa globalité, mais pour chaque tronçon pris séparément, ce qui permettrait de prendre en compte les spécificités de chaque tronçon.

Il convient ici de faire remarquer l'importance de l'enregistrement des comportements des véhicules sur leurs trousses respectifs. Ces enregistrements devront comporter entre autres, les éléments suivants :

- Date où la panne a été observée
- Durée de la réparation
- Nature de la panne
- Nature de la réparation effectuée.

Ces données serviront à mieux organiser la maintenance préventive et à assurer par là, une bonne disponibilité au parc automobile.

CHAPITRE V

EVALUATION ECONOMIQUE

DU RESEAU

Constituant un des points les plus importants de tout processus décisionnel, l'évaluation économique fera l'objet du présent chapitre. Rappelons cependant que notre analyse se fera sur une base différentielle ne prenant en compte que les coûts relativement liés au projet proprement dit.

Cette analyse se fondera entre autres sur :

- Le coût d'achat des véhicules,
- Le coût d'entretien et de réparation des véhicules,
- La dépréciation des véhicules
- Le coût sur l'investissement
- Le coût du carburant consommé
- Le coût du personnel supplémentaire relatif à l'adoption du projet.

### 1. Evaluation des différents coûts

#### a) Coût d'achat des véhicules.

La couverture du réseau nous impose au total 8 véhicules d'un coût unitaire de: 12 000 000 F environ.

b) Durée d'amortissement des véhicules.

Nous estimons la durée d'amortissement des véhicules à 5 ans.

c) Coût de maintenance et de réparation

Les coûts de maintenance et de réparation dépendent naturellement de la fiabilité de l'équipement acquis, des conditions dans lesquelles cet équipement est utilisé, du nombre d'heures par an durant lesquelles il opère et enfin du soin qu'on lui apporte. Il faudra noter que le comportement d'un équipement face à des conditions d'opération et d'utilisation ne peut être bien appréhendé que par l'existence, l'analyse et l'interprétation de données antérieures relatives à cet équipement. Cependant, comme pour tout nouveau projet, le manque de données nous conduira à des estimations. Une analyse du réseau montre d'une part que tous les véhicules ne sont pas utilisés dans les mêmes conditions d'opération.

L'état des routes empruntées par les véhicules, le nombre d'heures d'opération par an, le kilométrage annuel parcouru, autant de facteurs qui nous guideront dans l'estimation du coût de maintenance. Ce coût sera estimé comme étant un pourcentage de la dépréciation annuelle des véhicules. Ce pourcentage variera entre 30% et 100%. Le tableau ci-dessous récapitule les estimations du coût de maintenance.

Réseau	Nombre de véhicules	Kilométrage annuel par véhicule (km)	Coût de Maintenance	Valeur totale
Circuit 1	2	71 604	0,3 D	720 000
Circuit 2	3	98 280	0,45D	1 080 000
Circuit 3	3	140 296	0,60D	1 440 000
Total	8			3 240 000



#### d) Coût du carburant

Nous estimons la consommation en carburant des véhicules en moyenne à 11 litres aux 100 km soit 0,11 l/km.

Le prix du litre de carburant étant 210<sup>0</sup>, le tableau ci-dessous récapitule les coûts annuels de carburant consommé.

Réseau	Kilométrage total parcouru par an	Consommation annuelle en carburant	Coût total du carburant consommé
Circuit 1	143 208	15 752,88	3 308 104,8
Circuit 2	294 840	32 432,4	6 810 804
Circuit 3	420 888	46 297,68	9 722 512,8
Total		94 482,96	19 841 422

#### e) Coût des intérêts dus à l'investissement

L'équipement devant couvrir le réseau étant amorti économiquement sur 5 ans,

et en adoptant un taux d'actualisation de 10%, les intérêts dus à l'investissement se calculent par la formule suivante:

$$I_c = D \times i \times \alpha$$

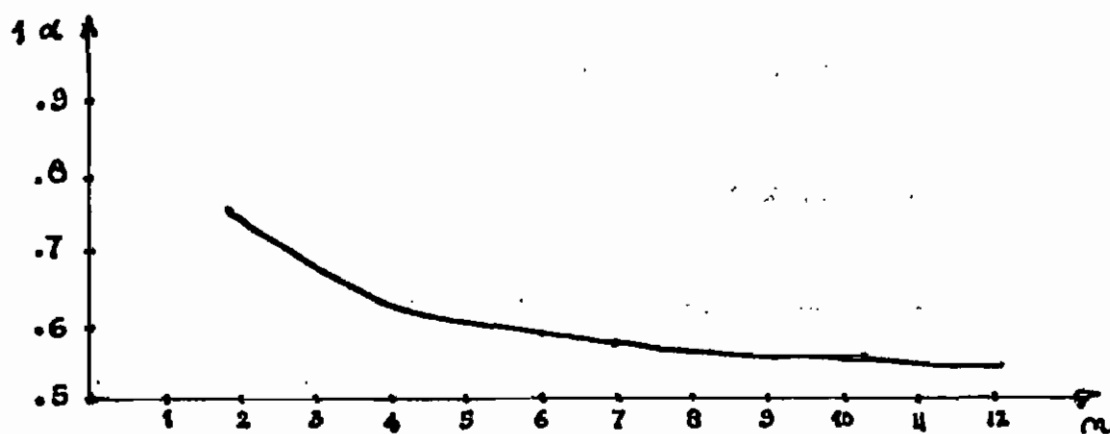
où  $D$  représente la dépréciation annuelle de l'équipement

$i$ , le taux d'actualisation = 10%

$\alpha$ , un coefficient dépendant de la durée de vie économique du matériel et dont la formule et la variation sont ci-dessous représentées.

$$\alpha = \frac{\sum_{k=1}^n kD}{n^2 D}$$

$n$  = durée de vie économique de l'équipement.



Pour  $n = 5$ , nous avons  $\alpha = 60\%$ . Dès lors, le coût sur l'investissement s'évalue à :

$$I_t = 2400\ 000 \times 8 \times 0,1 \times 0,6 \\ = 1152\ 000$$

$$\underline{I_t = 1\ 152\ 000\ F}$$

f) Coût du personnel supplémentaire afférent au projet.

Le salaire moyen d'un chauffeur est estimé à  $45\ 000\ F$ ; celui d'un convoyeur à  $60\ 000\ F$ . La couverture du réseau nous impose le recrutement de 5 chauffeurs supplémentaires et de 5 convoyeurs supplémentaires.

Le coût du personnel ainsi estimé s'élève à :

$$C_p = 12 \times 5 (45\ 000 + 60\ 000) \\ = 6\ 300\ 000$$

$$\underline{C_p = 6\ 300\ 000\ F}$$

## 2. Estimation du coût de revient de l'acheminement postal

Le tableau ci-dessous récapitule tous les coûts intervenant dans le calcul du coût de revient annuel de l'acheminement du courrier en régie.

DESIGNATION	1 <sup>re</sup> ANNEE	2 <sup>e</sup> ANNEE	3 <sup>e</sup> ANNEE
Dépréciation	19 200 000	19 200 000	19 200 000
Maintenance	3 240 000	3 240 000	3 240 000
Carburant	19 841 422	19 841 422	19 841 422
Intérêt sur Invest	1 152 000	1 152 000	1 152 000
Personnel	6 300 000	6 300 000	6 300 000
Coût de revient de l'acheminement en régie	49 733 422	49 733 422	49 733 422

$$\underline{C_n = 49\,733\,422\,F}$$

A ce coût annuel de l'acheminement en régie, viendront s'ajouter ceux relatifs aux tronçons

qui devront être assurés par des privés.  
Il s'agit donc des tronçons :

Kadiak - Niara

Tambacounda - Bakel

Tambacounda - Kédougou

Dakar - Ziguinchor par avion

Ziguinchor - Ouassouye.

Le tableau ci-dessous récapitule les coûts des liaisons ci-dessus mentionnées. Notons que ces coûts ont été obtenus à partir du budget alloué au transport postal pour l'année 1986 - 1987.

LI A I S O N S	Coût de l'acheminement
Kadiak - Niara	1 381 295
Tambacounda - Bakel	2 252 704
Tambacounda - Kédougou	2 160 000
Dakar - Ziguinchor	1 440 000
Ziguinchor - Ouassouye	742 446
TOTAUX	7 976 445

Coût annuel de l'acheminement = 57 709 867 F

### 3. Estimation du coût actuel de l'acheminement par an.

Afin de déterminer l'impact financier du à l'adoption du projet, une estimation du coût actuel de l'acheminement s'impose. Selon les informations recueillies auprès de la Direction de l'OPCE, le coût de l'acheminement de courrier par un transport en privé sur les localités desservies par le réseau étudié s'évaluerait à 2 402 500<sup>F</sup> par mois. Notons que ces frais ne prennent pas en compte ceux relatifs au transport en régie qui devraient comprendre entre autres:

- les frais d'amortissement des véhicules
- les coûts de maintenance et de carburant
- le coût sur l'investissement

Dans le présent chapitre, nous nous évertuons à estimer ces différents frais afin de déterminer le coût annuel réel de l'acheminement étant donné que certaines données qui pourraient nous aider dans la détermina-

tion exacte de ces frais ne sont pas disponibles.

a) Estimation des frais d'amortissement.

Dans la situation actuelle de distribution du courrier, l'OPCE utilise au total 3 véhicules pour assurer son transport en régie. En amortissant ces véhicules sur une durée de vie économique de 5 ans, les frais d'amortissement s'élèvent donc à :

$$A = 2400\ 000 \times 3 = 7\ 200\ 000$$

$$A = 7\ 200\ 000\text{ F}$$

b) Estimation du coût de maintenance

Nous évaluerons à 30% de la dépréciation annuelle, les frais annuels de maintenance. Le coût total de maintenance se chiffre alors

$$\tilde{a} : 7\ 200\ 000 \times 0,3 = 2\ 160\ 000$$

c) Estimation du coût de l'intérêt sur Investissement.

$$I_c = 7\ 200\ 000 \times 0,1 \times 0,6 = 432\ 000$$

### Estimation du coût du carburant.

Le transport en régie assure tout le circuit 1 et la liaison Dakar - S<sup>t</sup> Louis tous les jours. Ce qui correspond à une distance totale de : 309 192 km. La consommation en carburant s'évalue à :

$$C = 0,11 \times 309\ 192 = 34\ 011,12\text{ l}$$

Soit un coût total de :

$$34\ 011,12 \times 210 = 7\ 142\ 335\text{ F}$$

$$C_c = 7\ 142\ 335\text{ F}$$

Le coût de revient de l'acheminement en régie dans la situation actuelle se chiffre alors à :

$$\begin{aligned} C_r &= 7\ 142\ 335 + 7\ 200\ 000 + 2\ 160\ 000 + 432\ 000 \\ &= 16\ 934\ 335\text{ F} \end{aligned}$$

$$C_r = 16\ 934\ 335\text{ F}$$

L'acheminement en privé se chiffre quant à lui à un coût annuel de :

$$12 \times 2\ 402\ 500 = 28\ 830\ 000\text{ F.}$$



L'évaluation du coût total annuel de l'acheminement postal dans la situation actuelle nous donne :

$$C_T = 28\,830\,000 + 16\,934\,335$$

$$= 45\,764\,335.$$

$$\underline{\underline{C_T = 45\,764\,335\text{ F}}}$$

**CHAPITRE VI**

**DISCUSSION & INTERPRETATION**

**DES RESULTATS**

Le projet que nous évaluons présente certes plusieurs avantages mais étant donné le caractère public qu'il présente, nous nous intéressons dans ce chapitre à faire ressortir les avantages intangibles dont les estimations en termes monétaires s'avèrent entachées d'une grande complexité.

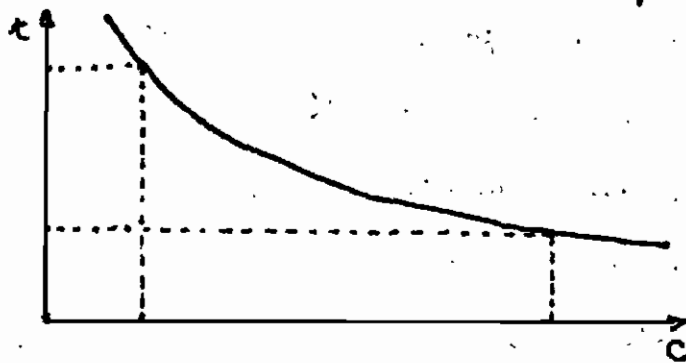
### 1. Avantages au consommateur.

Étant donné que les objectifs du projet à savoir l'acheminement du courrier vers les chefs-lieux de régions dans un délai maximum de 24 heures et vers les chefs-lieux de départements en 48 heures au maximum ont été largement atteints, réduisant ainsi tant les irrégularités dans l'acheminement que ~~avec~~ les délais de distribution, il s'en suivra au niveau des consommateurs, une notification de la rapidité du service demandé, entraînant ipso facto une confiance de plus en plus grandissante aux services de l'OPCE.

## 2. Avantages à l'opérateur.

Pour réaliser le présent projet, l'OPCE devra augmenter de 26,1% son budget annuel actuel d'acheminement. Cet investissement supplémentaire ne pourra être effectif que s'il s'avère justifié par les avantages à l'opérateur que nous ferons apparaître dans les lignes qui suivent.

Nous pouvons traduire le comportement des usagers des services postaux par la courbe ci-dessous. Cette courbe représente donc le comportement des usagers face à une variation du temps d'acheminement à tarif constant.



Courbe représentant le nombre d'usagers versus temps de service

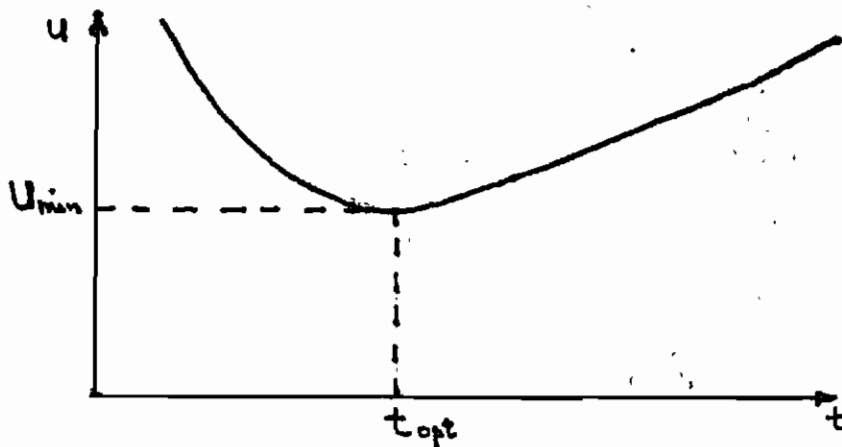
Nous en déduisons que plus le temps d'acheminement est court, plus il y a de consommateurs des services de l'OPCE. Ce fait n'est

rien d'autre que le résultat d'une amélioration du service offert au public, laquelle amélioration devra contribuer à augmenter la confiance que les consommateurs ont aux services offerts par la poste. Cette amélioration du service englobe naturellement la régularité du courrier que le transport en régime confirmé.

Etant donné qu'une amélioration dans le service offert fait croître d'un côté la confiance des consommateurs et par là la part de marché de l'OPCE et d'un autre côté les coûts d'acheminement, nous pouvons approximer la fonction de désutilité par le modèle\* suivant:

$$U(t) = \alpha t + \frac{\beta}{t} + \gamma \quad (t > 0)$$

où  $\alpha, \beta, \gamma$  sont des constantes.



- Courbe de la désutilité en fonction du temps

\* Modèle tiré du livre Economic Analysis for Engineers and Managers

Ce modèle a l'avantage non seulement de représenter la désutilité mais de plus il fournit une combinaison  $(t; U)$  optimale vers laquelle on cherchera à tendre.

$\frac{dU}{dt}$  représente la valeur du temps

$$\frac{dU}{dt} = \alpha - \frac{\beta}{t^2}$$

L'économie de temps réalisée dans la réduction des délais d'acheminement peut donc être évaluée en terme de désutilité par :

$$\Delta U = \frac{dU}{dt} \cdot \Delta t = \left( \alpha - \frac{\beta}{t^2} \right) \Delta t$$

$$\Delta U = \alpha \Delta t - \frac{\beta \Delta t}{t^2}$$

Outre la réduction de la désutilité que les objectifs du projet permettraient d'enregistrer, on notera aussi la réduction supplémentaire de désutilité due au fait que les délais d'acheminement prévus ont été de loin plus réduits qu'il n'en fallait.

Cette économie de temps pourra permettre d'accroître la productivité du personnel en ce sens qu'une partie du personnel sur lequel l'économie de temps serait réalisée pourrait être affectée à d'autres tâches.

CHAPITRE VII

CONCLUSION

&

RECOMMANDATIONS

du regard de l'analyse du réseau, qui vient d'être menée, de l'évaluation technique et économique de l'équipement déployé pour en assurer la couverture, il ressort qu'il est possible à l'OPCE d'assurer un service adéquat dans la distribution de courrier dans des délais tout à fait satisfaisants. De cette évaluation, il apparaît donc qu'en accroissant son budget annuel de 26,1%, l'OPCE est en mesure d'acheminer le courrier à travers le Sénégal dans les limites de temps préfixées, soit 24 heures au maximum pour l'atteinte des chefs-lieux de régions et 48 heures au maximum pour les chefs-lieux de départements. Notons dès lors que la réussite de ce projet ne saurait être effective si certaines dispositions ayant trait à la gestion du parc automobile ne sont pas prises.

Tout au long de notre analyse, nous avons



considéré que toute perturbation survenue au cours du trafic devra être surmontée dans les meilleurs délais. Pour ainsi éviter d'attendre en cas de panne, l'arrivée d'un mécanicien, les chauffeurs assurant le trafic doivent se prémunir de connaissances pratiques suffisantes en mécanique - auto, leur permettant de réparer les pannes mineures ne nécessitant pas forcément la présence d'un spécialiste. Cependant sur les trajets de longueurs assez importantes, tel Louga-Matam, on pourra adjoindre un mécanicien à l'équipage du véhicule. Celui-ci aura naturellement pour mission de veiller à la disponibilité du véhicule durant le trajet. Quant à ce qui concerne l'entretien, il devra avoir un caractère purement préventif. La répartition du parc automobile nous permet de suggérer l'implantation de petits ateliers mécaniques de maintenance à Dakar, Thiès, Kaolack, Louga et Ziguinchor. Le parc automobile devra faire l'objet

d'une gestion convenable passant d'abord par l'enregistrement du comportement du parc durant sa durée de vie économique, afin de déterminer les fréquences des pannes, la nature des pannes observées, la fréquence des accidents et de toutes sortes de perturbations de nature à entraver le bon déroulement de l'acheminement. Ces données devraient permettre de mieux organiser l'entretien préventif des véhicules.

Une attention particulière devra être portée à la gestion des stocks de pièces détachées et du carburant.

Nous ne le dirons jamais assez ; la maintenance de l'équipement constitue le pivot de la réussite du projet car il ne servira à rien d'investir si la gestion des délais d'acheminement ne passe préalablement pas par celle d'une maintenabilité et d'une disponibilité satisfaisante du parc automobile.

## BIBLIOGRAPHIE

- Engineering Economy  
Fifth Edition By GRANT IRESON
- Economic Analysis for Engineers and Managers  
J.C SPRAGUE / J-D WHITTAKER
- La Maintenance  
Mathématiques et Méthodes  
P. Lyonnet
- La vie des équipements.  
Investissement - Renouvellement - Maintenance  
J.-M. DETHOOR - J.-L. GROBOILLOT

# ANNEXES

----- Transport en régie  
————— Transport en privé

ANNEXE

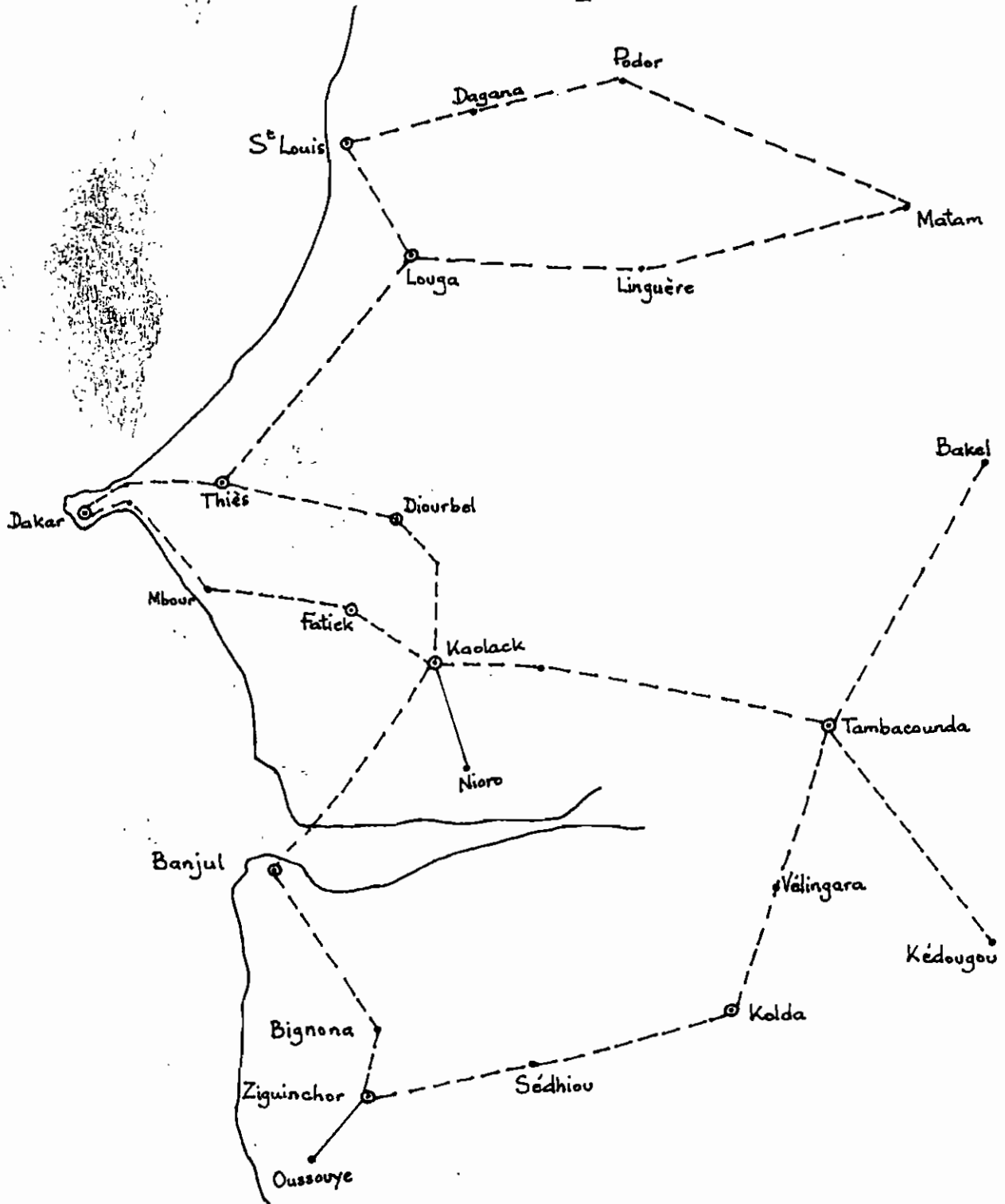


Figure I. Réseau initial

ANNEXE

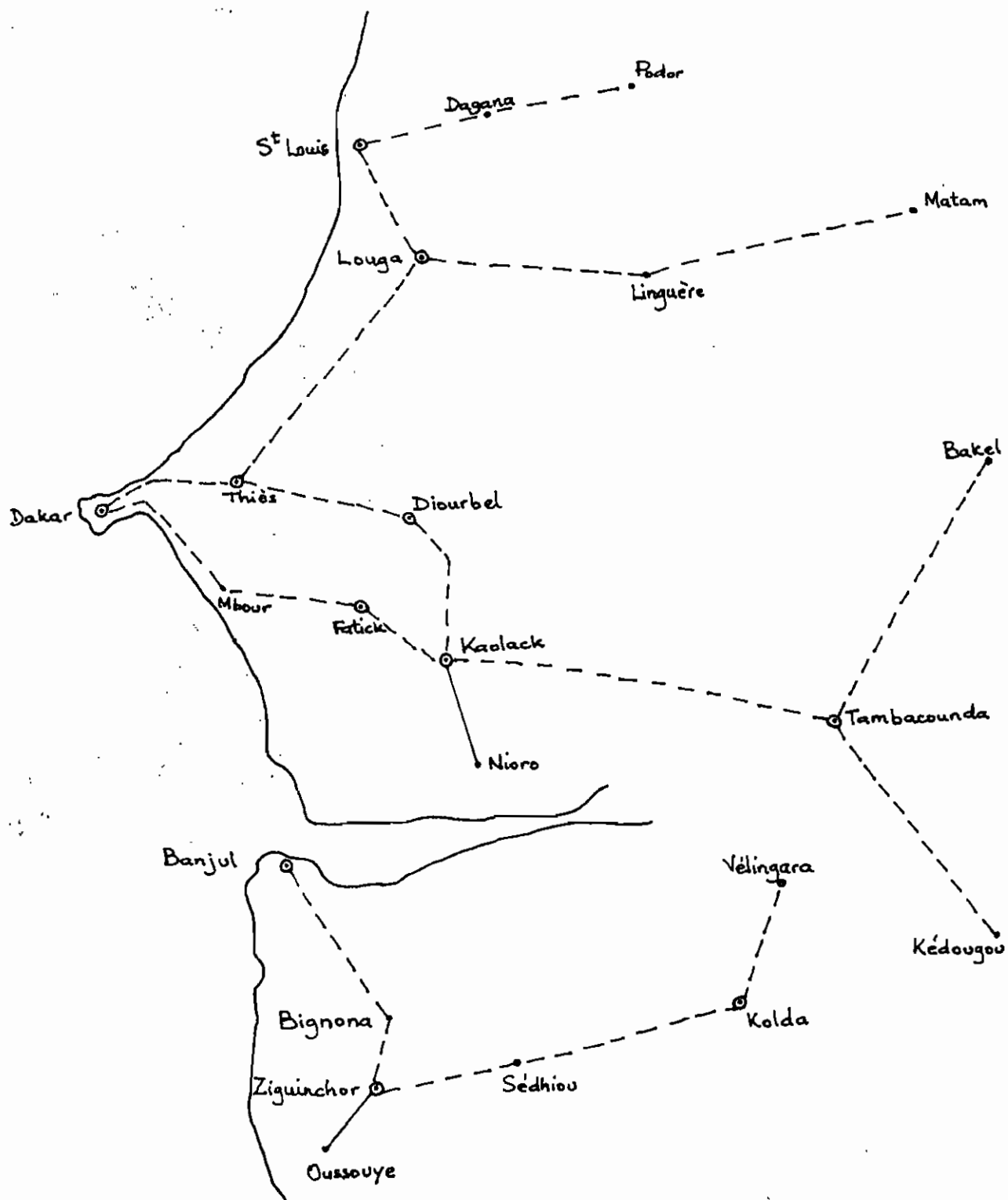


Figure II - Réseau réaménagé

ANNEXE

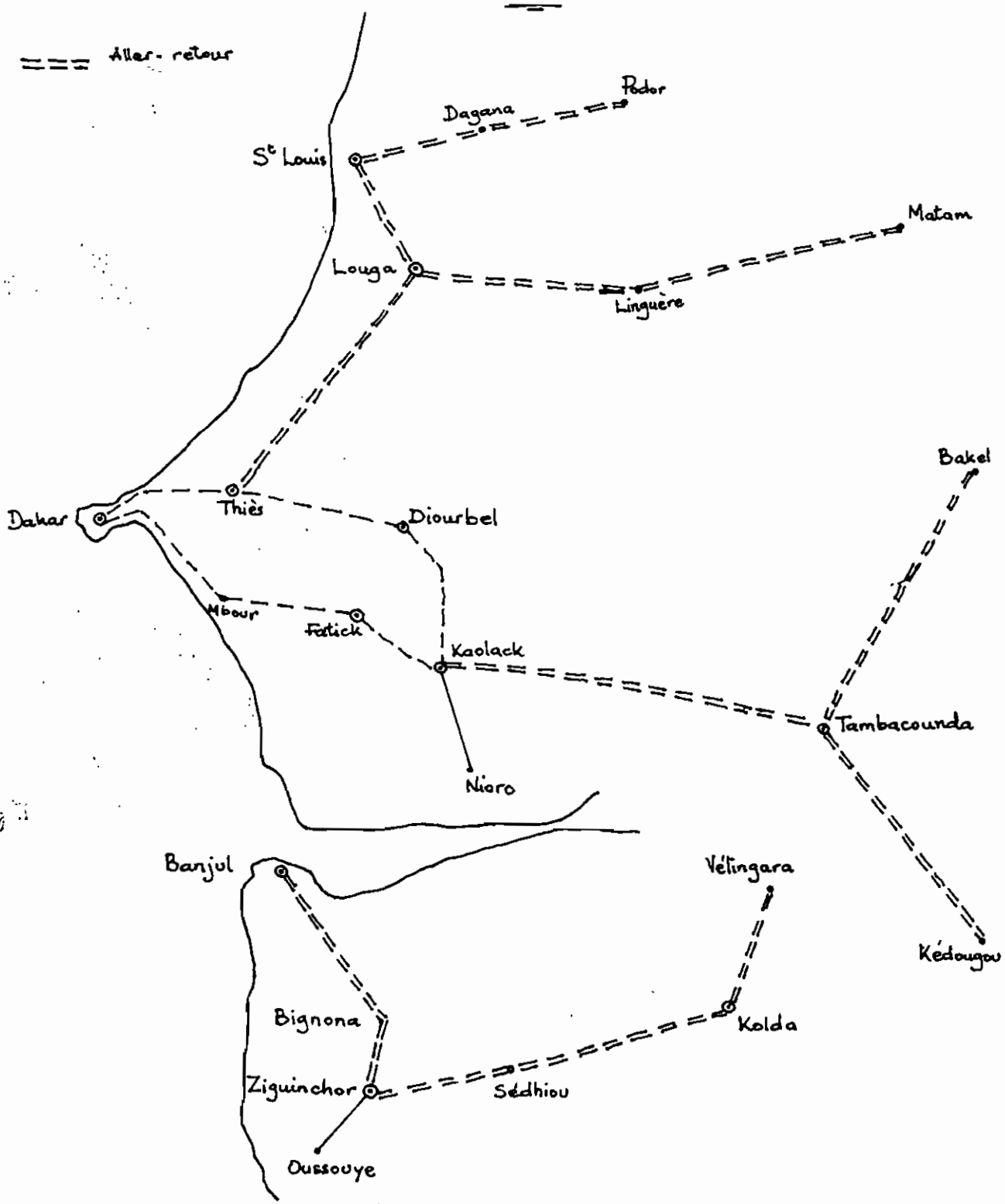


Figure III - Organisation du trafic

ANNEXE

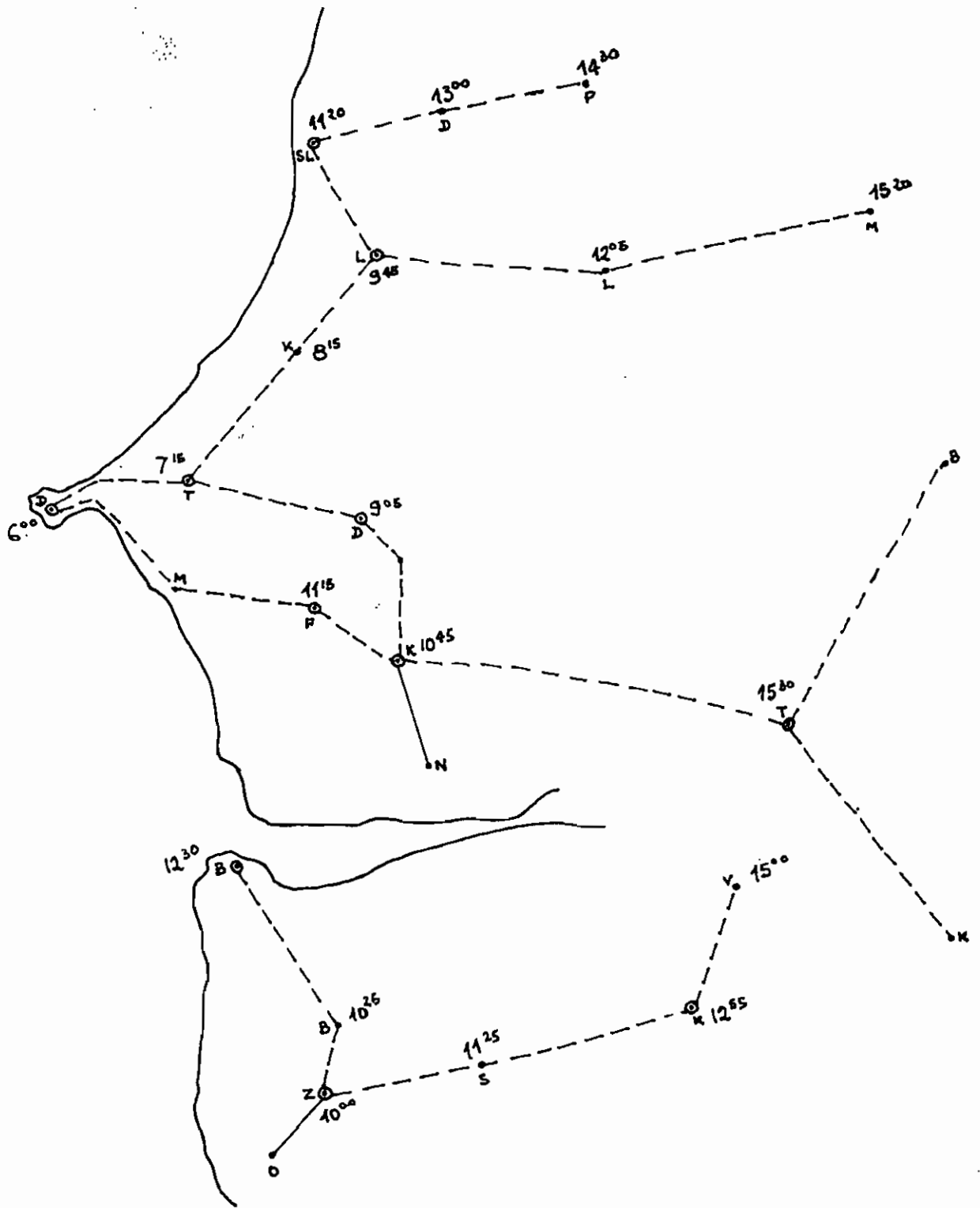


Figure IV - Etude du temps et synchronisation