

RÉPUBLIQUE DU SÉNÉGAL



ÉCOLE POLYTECHNIQUE DE THIÈS

GC.0638

PROJET DE FIN D'ETUDES

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

TITRE

**Planification d'un
Réseau de
Distribution
Postale (O.P.C.E)**

DATE : MAI 1987

AUTEUR : Ousmane Ndiaye BASSE
DIRECTEUR : S. DIALLO M.sc.A
CO-DIRECTEUR : J.C. WARMOES Ph. D

à ma mère
à mes frères
à mes sœurs
à mes amis

REMERCIEMENTS

Qu'il me soit permis de remercier les personnes et organismes ci. dessous pour leur participation à l'élaboration de ce Projet de Fin d'Etudes

- La Direction Générale de l'O.P.C.E pour l'initiation de ce Projet
- M^r Samba Diullo, Ing, M. sc. A, Professeur de Transport à l'E.P.T d'avoir bien voulu diriger cette étude
- M^r Jean Claude Warmoes, Ph.D, Professeur et Chef de département du Génie Mécanique, E.P.T, pour sa précieuse collaboration
- M^r Ibra N'Gom à la division de l'Exploitation Postale (O.P.C.E)
- M^r Babacar Gaye, à la division de l'Exploitation Postale
- M^r Ibrahima Touré Chef de Bureau Acheminement et Distribution

Qu'ils trouvent ici l'expression de mes sentiments distingués.

Sommaire

Ce Projet traite d'une Planification d'un réseau d'acheminement du courrier Postal à travers le territoire National du Sénégal. Le réseau est composé de points de demande fixes.

Le but de cette étude est de faire parvenir le courrier à travers les chef-lieux de Région en J+1 et les chef-lieux de département en J+2.

Sur un plan plus opérationnel, nous tentons de déterminer le nombre de véhicules requis sur le réseau pour un même niveau de service. Pour faciliter l'atteinte des objectifs fixés, nous utiliserons la méthodologie de la Théorie des Graphes et des Réseaux. Plusieurs étapes sont requises : la première est le codage des points de demande dont la fonction principale est de créer des données de base, la deuxième étape est celle de la génération des tournées dont la longueur et les temps de parcours seront estimés, En dernier lieu nous modifierons les circuits générés visant ainsi l'opérationnalité et la rationalité du réseau. Une évaluation économique nous permettra d'avoir une idée des coûts engendrés par cette planification.

TABLIÉ DES

MATIÈRES

<u>Titres</u>	<u>Pages</u>
Introduction	1
I Définition du Problème et situation Actuelle	4
II Théorie Des Graphes	8
III Préparation Des Données	11
1° Codage des Points de Demande	11
2° Création de la Table des Distances	12
IV Adaptation D'un Algorithme	18
1° Algorithme du TSP.	19
2° Propriétés de l'Algorithme du TSP	20
3° Adaptation à Notre Réseau	23
a) Recherche de l'arbre minimal	23
b) Recherche de Circuits Eulériens	28
V Génération Des Tournées	30
1° Génération des Tournées	31
2° Distance de Parcours des circuits	31
3° Evaluation du Temps de Parcours	33
4° Acheminement des Chef-lieux de Région vers les chef-lieux de département	39

TITRES

PAGES

V	5 ^e Couverture des Points de demande	43
	6 ^e Réajustement et synchronisation du Réseau	51
	7 ^e Répartition du Parc Automobile	53
VI	Etude Economique	
	A) Coût du Transport en Rivé	54
	B) Estimation du coût du Transport en Régie	57
	1 ^{er} Coût des véhicules et leur amortissement	57
	2 ^e Coût du Carburant	58
	3 ^e Rémunération Annuelle du Personnel	58
	4 ^e Estimation du Kilomètre Parcours (Coût)	
VII	Discussion et Interprétation des Résultats	61
	A) Analyse des Méthodes utilisées	61
	B) Analyse des Résultats	62
	C) Solutions Proposées	64
	D) Analyse de l'Etude Economique	64
	Conclusions	66
	Recommandations	68

Liste des Tableaux et Figures

	<u>Page</u>
<u>Table n°1</u> : Codage des points de demande	12
<u>Table n°2</u> : Distance entre les Noeuds	14
<u>Figure n°1</u> : Localisation des Noeuds	15
<u>Table n°3</u> : Distances entre Chef-lieux de Region et chef-lieux de departement	16
<u>Figure n°2</u> : Configuration du Réseau Routier	25
<u>Figure n°3</u> : Arbre Minimal	27
<u>Figure n°4</u> : Circuits d'Euler	29
<u>Figure n°5</u> : Circuit n° 1	36
<u>Figure n°6</u> : Circuit n° 2	37
<u>Figure n°7</u> : Circuit n° 3	38
<u>Figure n°8</u> : Circuit n° 1 Révisé	46
<u>Figure n°9</u> : Circuit n° 2 Révisé	47
<u>Figure n°10</u> : Circuit n° 3 Révisé	48
<u>Figure n° 11</u> : Circuit n° 4	49
<u>Figure n° 12</u> : Circuit n° 5	50

INTRODUCTION

Introduction

L'Office des Postes et de la Caisse d'Épargne (O.P.C.E) est un service public dont l'une des principales missions est d'assurer l'acheminement du courrier à travers le Sénégal et vers d'autres pays. Depuis sa création, la gestion centrale du service Postal vise un double objectif : qualité du service et rentabilité des opérations. Ces objectifs constituent un défi de taille compte-tenu de l'ampleur des services à fournir et des problèmes associés à résoudre. Uniquement au niveau des opérations de transport, il existe une gamme de réseaux de distribution fort complexes qui doivent nécessairement être restructurés pour rencontrer les objectifs.

Actuellement, l'acheminement du courrier à travers le territoire National est assuré par deux composantes essentielles : le Transport en Régie et le Transport Privé. Le premier, utilisant les véhicules de l'O.P.C.E, assure une petite portion du réseau à courrier, tandis que le transport privé, se faisant sous traitance, assure la distribution sur la plus grande partie du territoire.

Compte-tenu des lenteurs d'exécution liées à cette combinaison, l'OPCE décide d'assurer, par ses propres moyens, la totalité ou l'essentiel de la distribution du courrier. Pour ce faire, il est fixé deux objectifs ; atteindre tous les chef-lieux de Région en J+1 ; en second lieu, assurer l'acheminement sur les chef-lieux de département en J+2.

Il nous revient, dans cette étude, de proposer un plan de transport élaboré sur des bases scientifiques, visant à optimiser les circuits utilisés par les véhicules en vue d'une minimisation des coûts de transport pouvant être engagés ; l'opérationnalité et la Rationnalité du réseau seront de nos préoccupations tout au long de cette étude.

Dans le souci d'introduire le lecteur au bien fondé de cette étude, un exposé sommaire de la situation actuelle de la distribution du courrier à travers le territoire National, sera l'objet du premier chapitre. Ayant axé notre étude sur la théorie des graphes et des réseaux, il s'est avéré nécessaire de donner quelques définitions et propriétés de cette dite étude.

Pour attaquer le vif du sujet, on a procédé à une localisation et un codage des points de demande fixes en vue de l'établissement des données de base, notamment la table des distances.

En vue de faciliter l'atteinte des objectifs fixés, un algorithme a été adapté à notre réseau: à savoir "le Problème du voyageur de commerce" ou du "commis voyageur". Bien entendu, ce problème n'est qu'une étiquette qu'on colle à un problème qui se rencontre dans d'autres contextes. Cet Algorithme a été adapté puis modifié en vue d'une génération de sous-circuits hamiltoniens ou Eulériens.

En essayant d'approcher autant que possible l'optimalité, nous avons étudié séparément deux cas de figure; le premier étant le cas où l'acheminement s'effectue d'abord à travers les chef-lieux de Région, puis considérant ces derniers comme les centres de traitement, essayer d'atteindre les chef-lieux de département sous les contraintes de la distance et de la configuration du réseau routier. La deuxième cas de figure est le cas où on considère l'acheminement sur les chef-lieux de Région tout en desservant au maximum les chef-lieux de département situés sur les circuits empruntés, les chef-lieux de département n'ayant pas été atteints lors de ces tournées, feront l'objet d'une étude

particulière. De cette étude comparative, nous en retiendrons la solution qui s'avère optimale. L'optimum étant une fonction de la longueur de parcours minimale, du nombre de noeuds visités et du temps de parcours. Cette fonction ayant pour but de minimiser les coûts de transport tout envisant l'atteinte des objectifs fixés.

Les Discussions et recommandations visant l'opérationnalité et l'amélioration des circuits utilisés nous permettront d'émettre certaines suggestions.

CHAPITRE: 1
DEFINITION DU
PROBLEME ET
SITUATION
ACTUELLE

A) Définition du Problème

L'Office des Postes et de la Caisse d'Épargne (O.P.C.E.), dans l'exécution de sa mission de service public, agit comme une véritable Entreprise de Transport lorsqu'il assure la distribution de lettres, objets et colis de toute sorte sur le territoire National.

Pour assurer ce service public dans les meilleures conditions, par une rationalisation du circuit utilisé par ses véhicules de transport, l'Office gagnerait à disposer d'un plan de transport scientifiquement élaboré

Avant d'attaquer la résolution du problème proprement dit, il s'avère nécessaire de donner la situation actuelle des moyens d'acheminement employés

B) Situation actuelle

Actuellement, la distribution du courrier est assurée par deux composantes essentielles

- la première composante est la distribution par le transport en Régie, utilisant particulièrement les véhicules de l'O.P.C.E
- la deuxième composante étant la distribution par le Transport Privé assurant d'autres services à travers le Sénégal.

a) Le Transport en Régie

Le transport en Régie utilise les véhicules de l'O.P.C.E. Il se fait essentiellement sur deux axes avec 2 véhicules; Un troisième

assurant l'acheminement du courrier à travers Dakar et sa banlieue.

Le premier véhicule quitte Dakar en début de matinée et assure l'itinéraire Dakar - St-Louis en aller et retour; l'arrivée à Dakar étant prévue en fin de soirée.

Le deuxième assure le circuit Dakar - Kaolack - Diourbel - Thies - Rufisque - Dakar.

b) Le Transport Privé

Ce transport utilise les véhicules assurant le transport de marchandises à travers le pays et ses environs. Il utilise la voie routière, les chemins de fer, et les déplacements aériens.

i) la voie routière

C'est le mode d'acheminement le plus utilisé compte-tenu de la fréquence des déplacements. Les Entreprises de Transport sont liées à l'O.P.C.E par des conventions réglées mensuellement. Apart les axes assurés par la Régie, ce moyen assure la plus grande partie de l'acheminement à travers le Sénégal.

ii) la voie ferroviaire

Ce moyen est généralement utilisé pour l'acheminement du courrier sur Bamako et le Niger. Il se fait à raison de deux (2) rotations par semaine sur allocation d'un taux annuel de 20 millions de FCFA; des négociations sont en cours pour amener ce taux à six (6) millions de FCFA. Notons que des déplacements sont effectués par ce moyen sur les axes assurés par la Régie.

iii) la voie fluviale

C'est le mode de transport le moins utilisé ; ces services peuvent être considérés comme négligeables. Il n'assure pratiquement que l'acheminement du courrier sur l'île de Gorée, par voie de chaloupe, à un taux forfaitaire de douze mille FCFA (12.000 FCFA) par année.

iv) la voie aérienne

C'est le mode d'acheminement le moins performant. Il utilise l'aviation militaire (Interzone) et l'aviation civile (Air-Sénégal et les petits cargots). Il se fait comme suit :

- Dakar - Ziguinchor par avion civil (Air Senegal) tous les jours
- Dakar - Ziguinchor - Kolda par Air Sénégal à raison d'une fois par semaine
- Dakar - Tambacounda - Kédougou par Air Senegal à raison d'une rotation par semaine
- Dakar - St Louis - Richard-Toll - Podor - Bakel - Matam à raison d'une fois par semaine
- Dakar - St-Louis - Matam - Podor par avion militaire tous les quinze (15) jours.

L'acheminement par aviation militaire se faisant gratuitement tandis que l'aviation civile est rémunérée à un taux de un million quatre cent quarante mille francs par an. (1.440.000 FCFA)

Il faut dire que même si l'aviation militaire se fait gratuitement, elle n'assure l'acheminement du courrier que si

des places sont restées disponibles.

Face à cette situation, considérant les nombreuses difficultés liées aux lenteurs d'exécution, l'O.P.C.E se propose d'assurer l'acheminement du courrier à travers le territoire National par ses propres moyens. L'objectif qu'il s'est fixé est le suivant

- assurer l'acheminement du courrier entre chef-lieu de Régions en J+1.
- assurer l'acheminement entre chef-lieu de Région et chef-lieu de département en J+2

Pour faciliter l'atteinte de cet objectif, nous utiliserons la Théorie des Graphes.

CHAPITRE: 2
THEORIE DES
GRAPHES

L'objet de ce chapitre est d'exposer, au lecteur, les aspects théoriques des concepts utilisés pour résoudre ce problème qu'est l'acheminement du courrier à travers le Sénégal. Nous nous appesantirons donc sur les définitions simplifiées et les propriétés énoncées au cours de cette résolution.

La Théorie des graphes mérite qu'on lui accorde un intérêt particulier; on peut prophétiser, sans risque d'erreur, qu'elle va prendre une place primordiale en Recherche opérationnelle.

Notons que l'usage de la théorie des graphes est d'un emploi courant dans de nombreux problèmes de l'Economie d'Entreprise.

1. Graphes d'ordre n

On considère un ensemble dénombrable $X = \{x_1, x_2, \dots, x_n\}$ et une application multivoque Γ de X dans X , le couple $G = (X, \Gamma)$ constitue un graphe d'ordre n .

- A chaque élément de X , on fait correspondre un point sur le papier que l'on appelle "sommets" du graphe et qui est repéré comme l'élément de X auquel il correspond.
- Deux sommets $x_i, x_j \in X$ sont reliés par une flèche de x_i vers x_j si $x_j \in \Gamma x_i$. Cette flèche matérialise ce qu'on appelle un "arc" du graphe. Cet arc peut être orienté ou non suivant que le déplacement se fait uniquement dans un sens ou dans les deux.

2. Extrémités

Soit un arc $U = (X_i, X_j)$ alors X_i est appelé "extrémité initiale" et X_j "extrémité terminale"

3. Arcs adjacents

Les arcs $U = (X_i, X_j)$ où $X_i \neq X_j$, sont adjacents s'ils sont distincts et s'il existe un arc $U = (X_i, X_j)$ ou $V = (X_j, X_i)$.

4. Chemin, chemin simple, chemin élémentaire

Un chemin est une séquence (U_1, U_2, \dots, U_n) d'arcs telle que l'extrémité terminale de chaque arc coïncide avec l'extrémité initiale du suivant. Un chemin peut être fini ou infini.

Un chemin est dit "simple" lorsqu'il n'utilise pas deux fois le même arc; dans le cas contraire, il est dit "composé".

Un chemin est "élémentaire" s'il n'utilise pas deux fois le même sommet; dans le cas contraire, il est dit "non élémentaire".

5. Circuit, circuit élémentaire

Un "circuit" est un chemin fini (U_1, U_2, \dots, U_k) dans lequel le sommet initial de U_1 coïncide avec le sommet terminal de U_k . Un circuit peut être représenté par les arcs ou les sommets qu'il contient.

Un circuit est "élémentaire" si tout sommet se trouvant sur ce cycle n'est rencontré qu'une fois, excepté le sommet constituant à la fois l'origine et la destination.

6. Cycle, cycle élémentaire

Un "cycle" est une chaîne finie qui part d'un sommet X_i et aboutit à ce même sommet.

Un cycle est dit "élémentaire" si tout sommet se trouvant sur ce cycle n'est rencontré qu'une seule fois sauf le sommet constituant l'origine et la destination.

7. Degré d'un sommet

On appelle "degré" d'un sommet X_i , le nombre d'arêtes qui ont une extrémité en X_i (l'autre extrémité étant différente de X_i).

on écrit $d(X_i)$ pour indiquer le degré de X_i

8. Matrice associée à un graphe

soit $G = (X, U)$ un p-graphe dont les sommets sont X_1, \dots, X_n ;

appelons m_{ij} le nombre d'arcs de U qui vont de X_i à X_j . La

matrice carrée formée avec les m_{ij} est appelée matrice associée au p-graphe. on utilisera le symbole $[M]$ pour représenter cette matrice

9. Cycles Eulériens

a) Définition.

Un cycle de p-graphe est Eulérien si elle utilise toute arête une fois, et une fois seulement. Autrement dit, on peut dessiner le graphe sans soulever la plume, ni passer deux fois sur le même trait.

b) Théorème d'Euler.

Un p-graphe admet une chaîne Eulérienne si et seulement si, il est connexe et si le nombre de degré impair est 0 ou 2.

CHAPITRE: 5
PRÉPARATION
DES
DONNÉES

Comme nous le verrons plus tard, les seules données nécessaires pour le traitement algorithmique sont la localisation des points de demande ainsi que la distance qui les sépare.

1° Codage des points de demande

Etant donné qu'il s'agit d'assurer la liaison entre plusieurs points, il s'avère nécessaire de localiser ces derniers que nous appellerons noeuds. Pour ce faire, nous nous sommes basés sur une carte routière du Sénégal au 1:10.000^{ème} établie par l'Institut Géographique National de France (I.G.N.).

Dans un premier temps, il s'agira de localiser les dix (10) chef-lieux de Région afin d'avoir une idée de leur position relative. Ces chef-lieux sont: Dakar - Ziguinchor - Diourbel - St. Louis - Tambacounda - Kaolack - Thies - Louga - Fatick - Kolda. Ces villes seront numérotées de 1 à 10 comme nous le verrons dans les pages qui suivent.

Afin de faciliter l'acheminement du courrier à travers la Gambie, il a fallu considérer Banjul comme origine centre de traitement. Nous verrons le repérage de ces villes sur une carte ainsi le numéro de noeud correspondant.

Dans un deuxième temps, on procède à la localisation des chef-lieux de département qui sont au nombre de vingt (20) exceptés les dix villes déjà codées et qui sont en même temps des chef-lieux de département: (cf carte de géo-codage.)

2. Création de la Table des distances

Avant de donner la table des distances, on procède à la codification des nœuds

a) Codification des Nœuds

	<u>N° de Nœud</u>
+ <u>Région de Dakar</u>	
- Département de Dakar	01
- Département de Pikine	12
- Département de Rufisque	13
+ <u>Région de Ziguinchor</u>	
- Département de Bignona	21
- Département d'Oussouye	22
- Département de Ziguinchor	02
+ <u>Région de Diourbel</u>	
- Département de Bambey	31
- Département de Diourbel	03
- Département de M'Baraké	32
+ <u>Région de St-Louis</u>	
- Département de St-Louis	04
- Département de Dagana	41
- Département de Matam	42
- Département de Podor	43
+ <u>Région de Tambacounda</u>	
- Département de Bakel	51
- Département de Kédougou	52
- Département de Tambacounda	05

+ <u>Région de Kaolack</u>	
- Département de Kaffrine	61
- Département de Kaolack	06
- Département de Nioko du Rip	62
+ <u>Région de Thiès</u>	
- Département de Mbour	71
- Département de Thiès	07
- Département de Tivaouane	72
+ <u>Région de Louga</u>	
- Département de Kebemer	81
- Département de Linguère	82
- Département de Louga	08
+ <u>Région de Fatick</u>	
- Département de Fatick	09
- Département de Foundiougne	91
- Département de Gossas	92
+ <u>Région de Kolda</u>	
- Département de Kolda	10
- Département de Sédhiou	101
- Département de Velingara	102
+ <u>Banjul</u>	11

Table n°1: Eclage des Points de demande

b) Table des distances

i) distances entre les chef-lieux de Région

	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11
01	0	454	146	266	402	189	70	193	145	639	299
02	454	0	326	598	414	262	402	525	306	188	152
03	146	326	0	272	337	64	76	199	62	514	174
04	266	598	272	0	609	336	196	73	288	786	446
05	402	414	337	609	0	273	413	536	317	226	383
06	189	262	64	336	273	0	140	263	44	450	110
07	70	402	76	196	413	140	0	123	135	590	250
08	193	525	199	73	536	263	123	0	215	441	373
09	145	306	62	288	317	44	135	215	0	494	154
10	639	188	514	78	226	450	590	441	494	0	340
11	299	152	174	446	383	110	250	373	154	340	0

*** Table des Distances entre les Noeuds ***

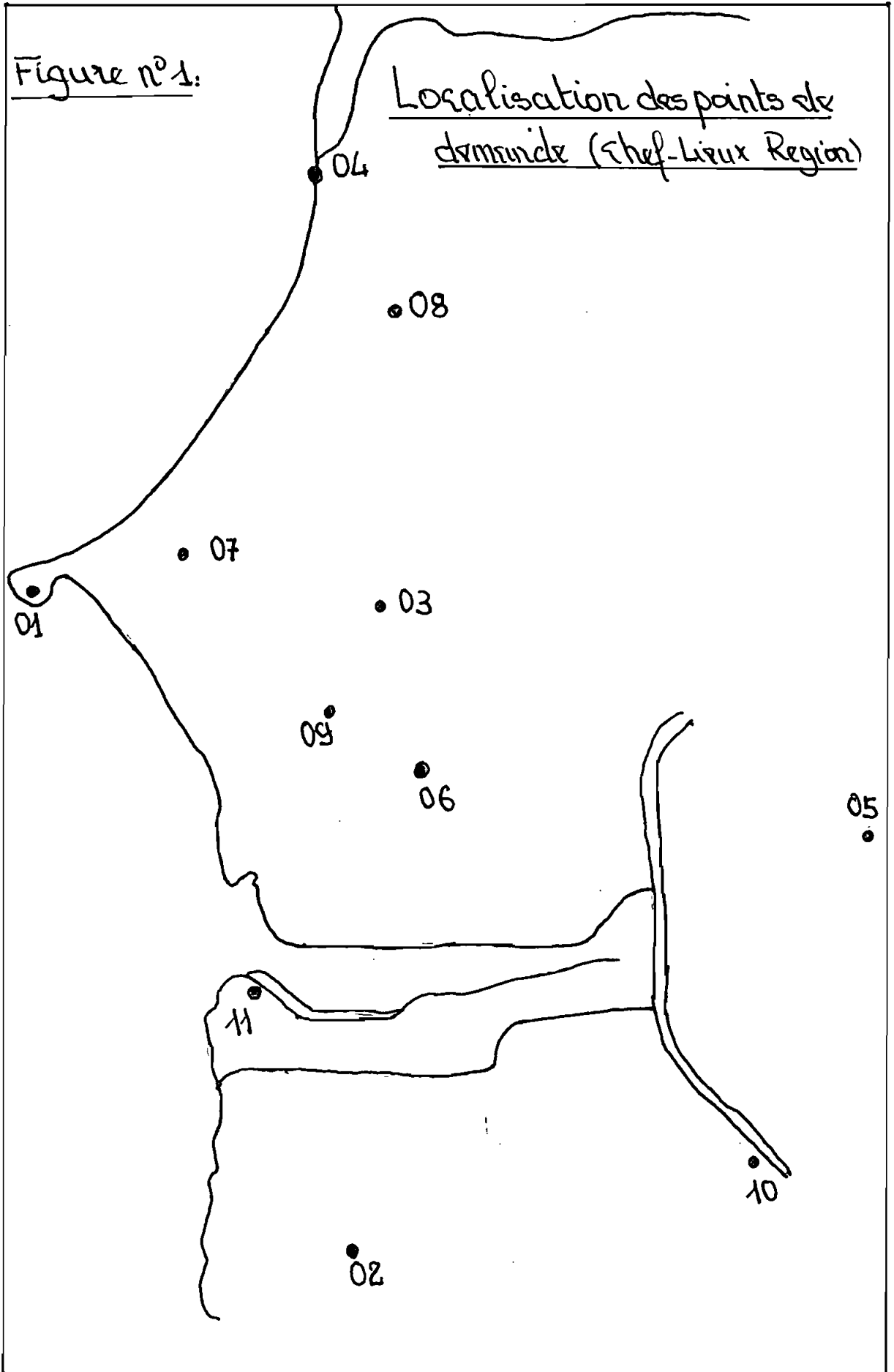
Notons que cette matrice est symétrique, c'est à dire que la distance entre un noeud i et un noeud j est la même que celle entre j et i .

$$d(i, j) = d(j, i) \quad \forall i, j \in [1, 11]$$

Les distances ainsi indiquées en Km (kilomètres) sont les plus petites entre un noeud i et un noeud j .

Figure n° 1:

Localisation des points de
demande (Chef-Lieux Region)



ii) Distances chef-lieux de Région - chef-lieux de département
 Dans cette table, nous indiquons la distance entre un chef-lieu de Région et les chef-lieux de département correspondant.

Région de Dakar distances (Km)

Dakar - Pikine

Dakar - Rufisque

28 km

Région de Ziguinchor

Ziguinchor - Bignona

27 km

Ziguinchor - Oussouye

43 km

Région de Diourbel

Diourbel - Bambey

23 km

Diourbel - Mbacké

40 km

Région de St-Louis

St-Louis - Dagana

129 km

St-Louis - Matam

412 km

St-Louis - Podor

213 km

Région de Tambacounda

Tambacounda - Bakel

243 km

Tambacounda - Kédougou

233 km

Région de Kaolack

Kaolack - Kaffrine

60 km

Kaolack - Nioro du Rip

80 km

Région de Thies

Thies - Mbour

73 km

Thies - Tivaoune

22 km

	<u>distances (km)</u>
<u>Region de Louga</u>	
Louga - Kébémér	38 km
Louga - Linguère	130 km
<u>Region de Fatick</u>	
Fatick - Foundiougne	27 km
Fatick - Gossas	29 km
<u>Region de Kolda</u>	
Kolda - Sédhiau	87 km
Kolda - Velingara	123 km.

Table n° 3:

CHAPITRE : 4
ADAPTATION
D'UN
ALGORITHME

Souverture des Noeuds: "Le problème du voyageur de commerce". P.V.C

Pour les problèmes de distribution et de collection en général, pour un nombre déterminé de points, le problème d'itinéraires à résoudre devient un problème de couverture de noeuds; les points de demande peuvent être représentés par des noeuds dans les modèles de réseau de transport et l'objectif étant de visiter les noeuds dans un certain ordre.

Le problème fondamental et le plus connu de couverture de noeuds est le "Problème du voyageur de commerce": trouver la distance minimum d'itinéraire qui commence à un noeud donné du réseau, visiter tous les noeuds de ce dernier, et retourner éventuellement au point de départ.

Nous nous sommes particulièrement intéressés à résoudre le "problème du voyageur de commerce" dans le présent contexte:

($n-1$) points peuvent être visités par un véhicule qui peut commencer et finir sa rotation en un point spécifique du réseau. La plus petite distance entre toute paire de noeuds est égale à la longueur directe entre les deux points; c'est à dire que si i et j sont deux points du réseau on a:

$$d(i,j) = l(i,j)$$

ce qui implique que notre réseau satisfait à l'inégalité triangulaire

$$l(i,j) \leq l(i,k) + l(k,j) \quad \forall i,j \in G(N,A)$$

Solution du "Problème du voyageur de Commerce"

Nous pouvons maintenant présenter un algorithme pour le "Problème du voyageur de Commerce" que nous désignons TSP₁. L'algorithme contient trois grandes étapes, chacune de ces étapes consiste à appliquer des algorithmes bien connus. Une quatrième étape, qui usuellement nous offre les imprévus de la solution, peut être facilement ajoutée et la procédure peut être décrite à part. La base des trois (3) étapes de cet algorithme fournit une tournée qui peut être garantie comme étant à 50% proche de la solution optimale.

I. Algorithme TSP₁

Etape 1: Trouver l'arbre minimum qui couvre les n points. On appelle cet arbre minimum de couverture: T .

Etape 2: Libérer les n noeuds de l'arbre minimal. Ces noeuds ont un nombre de degré de liberté impair (ne étant toujours un nombre pair). Trouver ensuite une longueur minimum pour chaque paire parmi les n noeuds. Appelons le graphe ainsi obtenu M . Créer un graphe qui consiste en la réunion de M et de T ($H = M \cup T$). A noter que si une ou plusieurs lignes sont contenues à la fois dans M et T , alors ces lignes réapparaîtront dans H .

Etape 3: Le graphe H est un graphe Eulerien, puisqu'il ne contient pas de noeuds à nombre de liens impair. Ensuite, tracer un circuit Eulerien en H , qui commence et se termine au noeud d'origine après le tour du voyageur de Commerce (TVC), si

le point de départ avait été bien spécifié. Ce circuit d'Euler est la solution approximative du "problème du voyageur de commerce".

II. Propriétés de l'algorithme: TSP.

Considérons maintenant les caractéristiques et les propriétés de la solution du P.V.C dont nous venons de décrire la dérivation. Il est clair, qu'en premier lieu, que la solution va avoir réellement les deux propriétés de la Tournee du voyageur de commerce que nous avons spécifiée tantôt: A savoir que ce circuit, commençant et se terminant au même noeud, et qui visite chacun des noeuds du réseau, suit le trajet le plus court, est un circuit d'Euler qui couvre tous les n noeuds du graphe H que nous avons créé.

Quelle est maintenant la relation qui existe entre la longueur de la tournée que nous avons obtenue (c'est à dire la longueur de H) et la longueur de l'actuelle solution optimale du P.V.C.

Bien que nous n'ayons pas obtenu une solution optimale du "Problème du voyageur de commerce", nous pouvons tout de même placer une limite nous permettant de savoir de combien la solution peut dévier de l'optimum en procédant comme suit:

Notons par $L(H)$, $L(T)$, $L(M)$, et $L(T.V.C)$ la longueur de H , T et M définis précédemment, et de l'optimum (inconnue) de la Tournee du voyageur de commerce

Theorème:

$$L(H) < \frac{3}{2} L(T.V.C) \quad (1)$$

Cette formule sera démontrée dans ce qui suit.

Démonstration:

Supposons, pour le moment, d'une manière ou d'une autre, que nous ayons trouvé le moyen d'obtenir l'optimum de la Tournée du voyageur de commerce (T-V-C). Puisque ce dernier est un circuit qui couvre tous les points et visite chacun d'eux une et une seule fois, ce qui va nous rester est un arbre (qui n'est pas nécessairement le minimum) avec n noeuds et $(n-1)$ liens. Puisque T , par définition, est l'arbre minimum, et puisque toutes les distances sont positives, il s'ensuit que :

$$L(T) < L(TVC) \quad (2)$$

Avec une procédure similaire, supposons que nous prenons le TVC sur lequel on identifie les n_0 points que nous avons accouplés dans l'étape 2 de notre algorithme. Supposons qu'ils aient été assortis par paire d'une manière optimale en utilisant uniquement les liens contenus dans le T-V-C. Prenons tous ces liens dans une combinaison que nous dénotons M' . Pour la longueur du sous-graphe M' , $L(M')$, on peut dire dans ce cas que :

$$L(M') \leq \frac{1}{2} L(TVC) \quad (3)$$

D'après ce que nous venons de trouver, M' ne peut être la longueur minimum de la combinaison des n_0 noeuds du TVC.

Au même moment, il est évident que $L(M) \leq L(M')$, puisque M est une combinaison de paires de noeuds qui ne réduit pas le nombre de liens contenus dans TVC, et de là leur longueur ne peut être égale ou inférieure à la longueur de M' .

En combinant les équations (2) et (3) avec la dernière et sachant :

que: $L(H) = L(M) + L(T)$

finalment, on peut avoir:

$$L(H) < \frac{3}{2} L(TVC)$$

Une quatrième étape, peut ultérieurement améliorer la solution ainsi obtenue

Étape 4: (option)

Enregistrer les nœuds de H qui sont visités plus d'une fois dans la Tournee Eulerienne et améliorer la Tournee du voyageur de commerce de l'étape 3 en considérant l'avantage de l'inégalité triangulaire

Plus particulièrement, la performance de cet algorithme peut être améliorée si le nombre de points, n , augmente.

Le TVC n'est pas récursif, c'est sa principale propriété.

III. Adaptation à "notre" réseau

c) Recherche de l'arbre minimal (Etape 1)

i) Généralités

Dès qu'une certaine concentration industrielle se produit dans quelque activité que ce soit, il apparaît corrélativement des problèmes de distribution et on se trouve en présence d'une recherche de compromis entre la concentration et la déconcentration (qui diminue les frais de transport et de distribution).

Le problème posé, dont la solution ne représente qu'un sous-optimum dans le cadre d'une étude générale entre la quantité et la distribution.

Du fait que, pour assurer la distribution, tout réseau de distribution est connexe, il contient donc au moins un graphe partiel qui est un arbre; le problème est de rechercher l'arbre minimal.

On pourrait utiliser l'algorithme de Kruskal, même si la démonstration de ce dernier est rigoureuse, il présente en pratique un inconvénient majeur, en ce sens qu'il faut trouver à chaque instant l'arête "la plus courte". Or, si l'on veut relier un grand nombre de points (une centaine par exemple), il existe de nombreuses arêtes possibles et il en existe qu'une ou un très petit nombre qui soit la plus courte.

On a donc utilisé un autre algorithme dénommé « Algorithme de SOLLIN », qui comme celui de Kruskal, est valable; et que les arêtes soient affectés de valeurs représentant des longueurs sur la carte géographique.

ii) Algorithme de SOLLIN.

« on procédera par étapes en joignant un sommet quelconque à son voisin le plus proche et on formera ainsi des sous arbres (c'est à dire des arbres des sous graphes du graphe donné, chacun de ces sous graphes n'ayant aucun sommet commun avec un autre). Puis on considérera ces sous arbres comme des sommets et on réitérera l'algorithme jusqu'au moment où le sous arbre sera un arbre du graphe donné. »

L'opération qui consiste à joindre un sommet quelconque à un sous arbre à son voisin le plus proche, est simple et ne nécessite que très peu de comparaisons; le nombre de ces comparaisons étant pratiquement indépendant du nombre des sommets à relier. D'autre part, l'algorithme présente l'avantage pratique de pouvoir être commencé par n'importe quel nœud.

Application pour trouver l'arbre minimal entre Les dix (10) Chef-lieux de Régions.

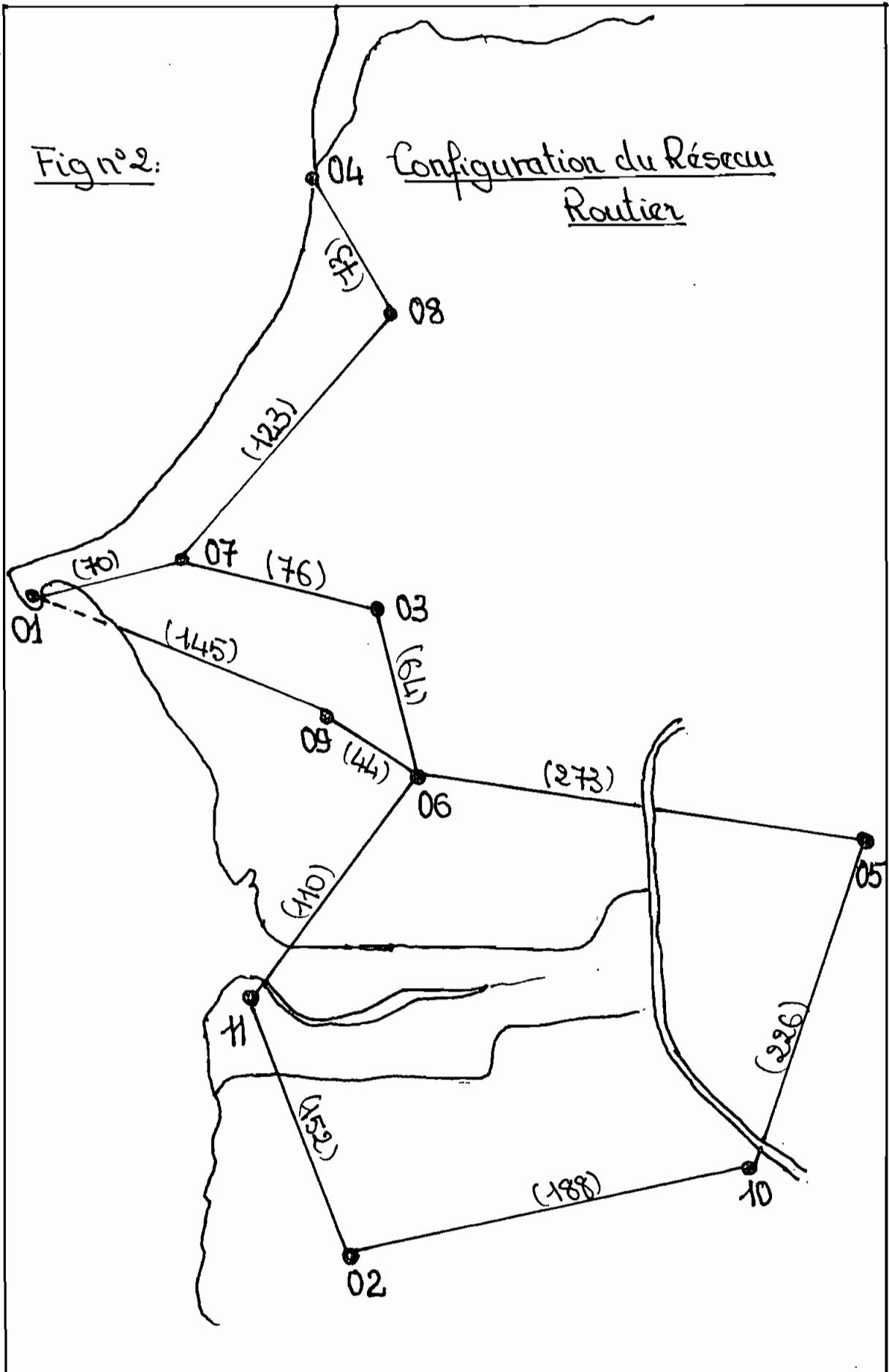
Pour trouver cet arbre minimal, il sera nécessaire de donner la configuration du réseau Routier du Sénégal. Comme nous l'avons dit précédemment, les chef-lieux de Région seront représentés par des nœuds liés par "autoroute".

Les distances reliant les nœuds adjacents sont représentées entre parenthèses en kilo-mètres (km).

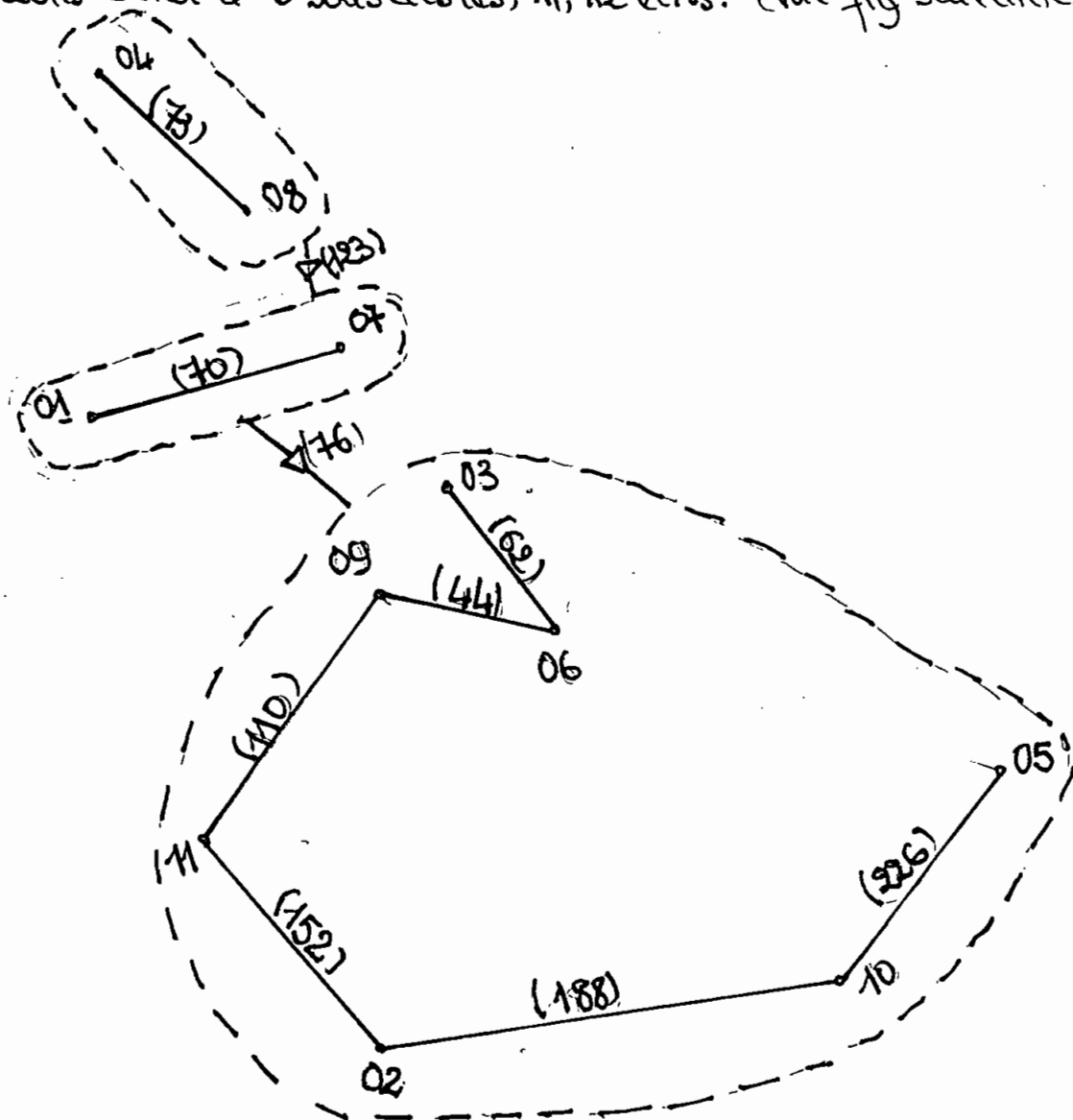
voir figure n°2

Fig n°2:

Configuration du Réseau
Routier



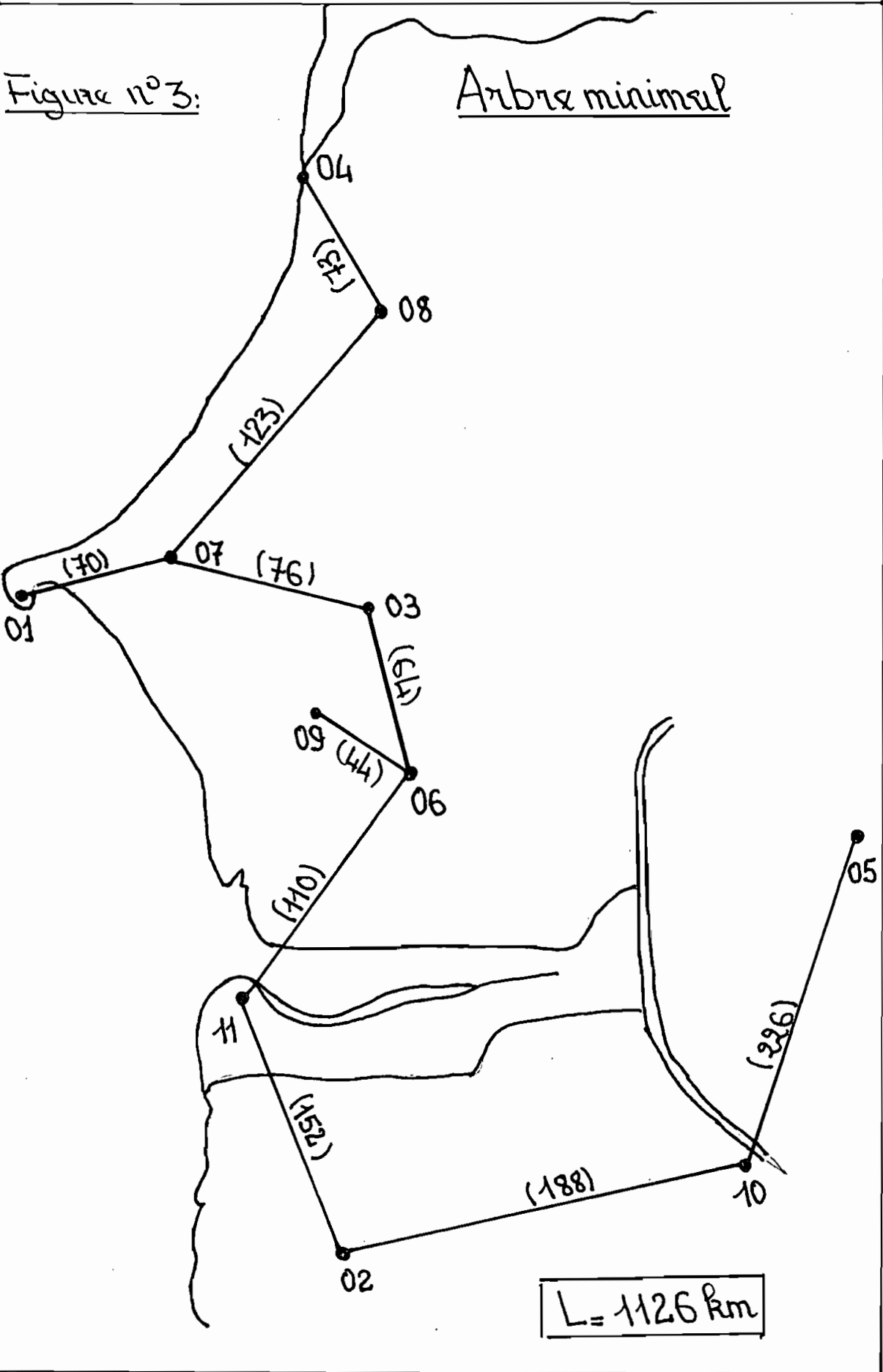
Commençons arbitrairement par le Noeud 08, son sommet le plus proche est 04, formons le sous graphe partiel 8-4.
 Prenons un autre point en dehors de 4 et 8; soit 07, dont le sommet le plus proche est 01. Prenons maintenant le noeud 03, son sommet le plus proche est 06; le noeud 11 admet pour sommet le plus proche le noeud 06; si nous prenons le noeud 2, on voit qu'il admet pour sommet le plus proche le noeud 11. Ainsi de suite, nous obtenons ainsi à 3 sous arbres, X_1 , X_2 et X_3 . (voir fig suivante).



en combinant ces sous arbres, on obtient l'arbre minimal qui suit:

Figure n° 3:

Arbre minimal

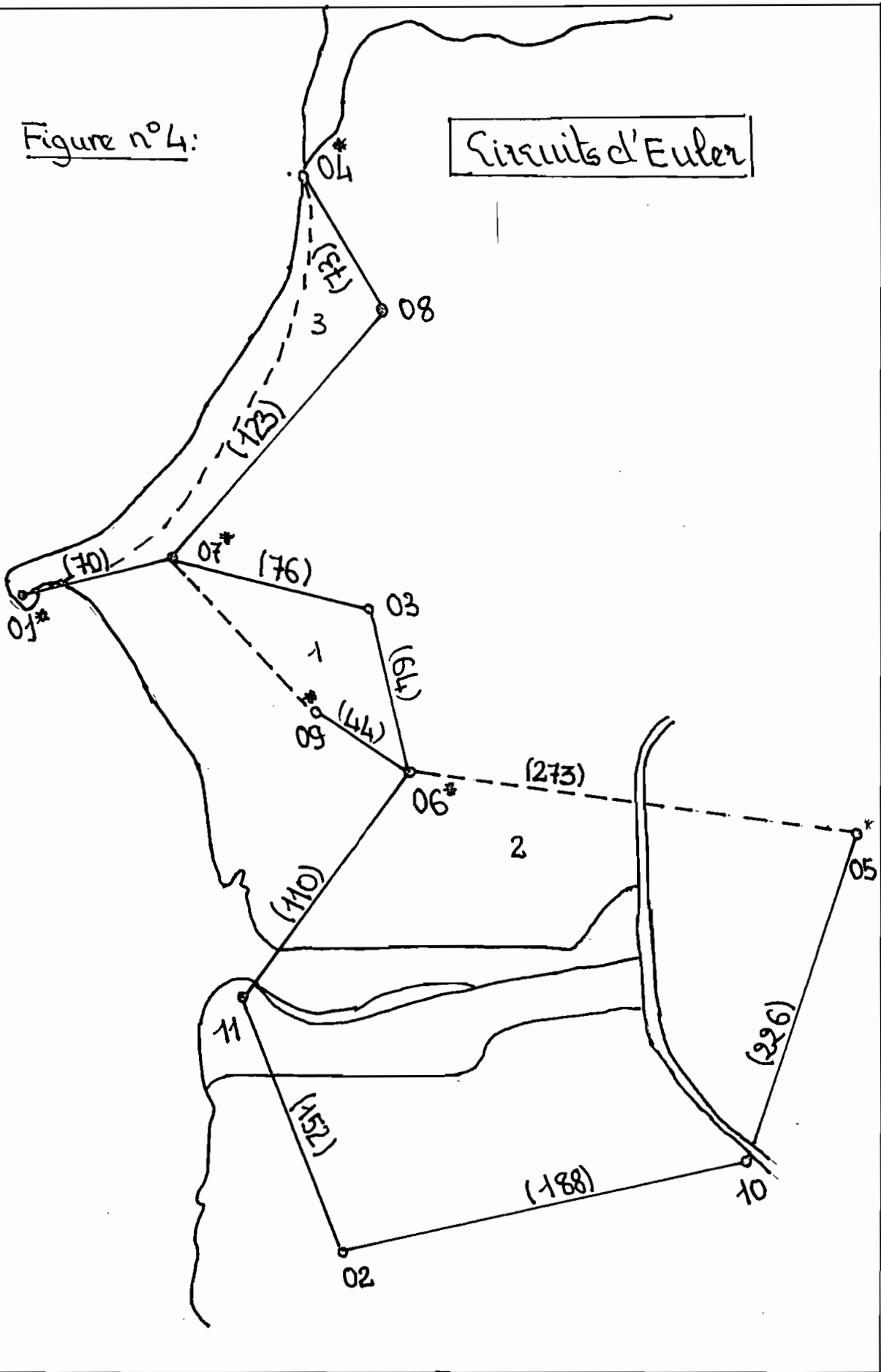


b) Recherche du circuit Eulérien

Il fallait donc procéder à la construction d'un circuit d'Euler. Après l'obtention de l'arbre minimum, on s'est borné à étudier les liaisons pouvant exister entre les nœuds ayant un nombre de liens impair; on remarque à partir du graphe (M) ainsi obtenu, que nous sommes en présence d'un graphe ayant 6 nœuds à degré de liberté impair à savoir: 01-04-06-05-07-09. Essayons maintenant de trouver la combinaison optimale de ces nœuds pour obtenir la ou les tournées optimales. (Notons que ces nœuds sont surmontés d'une étoile (*) sur la figure qui suit donnant le circuit Eulérien.

Figure n°4:

Siruits d'Euler



CHAPITRE: 5
GENERATION
DES
TOURNÉES

Ce chapitre revêt une importance capitale si l'on sait que le but principal de cette étude est la génération de circuits rationnels permettant d'atteindre les objectifs qu'on s'était fixés, à savoir:

- Acheminer le courrier sur les chef-lieux de Région en $J+1$.
- Assurer la distribution entre chef-lieux de Région et chef-lieux de département en $J+2$

Pour ce faire, nous nous baserons essentiellement sur:

- l'arbre minimal et le Circuit Eulerien de la Tourée du voyageur de commerce tracés dans les précédents chapitres.
- la localisation des chef-lieux de Région ainsi que les chef-lieux de département
- les contraintes de circuit; tels que: + la qualité de la route
+ le nombre de nœuds couverts sur une tournée.
- le temps de parcours des circuits.

Nous envisageons de procéder par deux manières différentes:

- Dans un premier temps, nous ne nous occuperons que d'acheminer le courrier en $J+1$; puis d'acheminer, à partir des chef-lieux de Région, le courrier à travers les chef-lieux de département en $J+2$
- Dans un deuxième temps, nous ne distinguerons pas les chef-lieux de Région des chef-lieux de département; nous les considérerons comme des points de demande devant être desservis en même temps

1. Génération des Tours

Compte tenu de la configuration du circuit Eulérien, nous allons générer des circuits nous permettant d'atteindre le premier objectif qu'on s'est fixé, à savoir atteindre tous les chef-lieux de Région en $J+1$.

- circuit n° 1: 01-07-03-06-09-07-01.

- circuit n° 2: 01-07-08-04-08-07-01.

- circuit n° 3: 06-11-02-10-05-06

2. Distance de parcours des circuits.

a) circuit n° 1.

<u>lien</u>	<u>distance</u>
01-07	$l_{1-7} = 70 \text{ km}$
07-03	$l_{7-3} = 76 \text{ km}$
03-06	$l_{3-6} = 64 \text{ km}$
06-09	$l_{6-9} = 44 \text{ km}$
09-07	$l_{9-7} = 135 \text{ km}$
07-01	$l_{7-1} = 70 \text{ km}$

Longueur de parcours de ce circuit = L_1 .

$$L_1 = l_{1-7} + l_{7-3} + l_{3-6} + l_{6-9} + l_{9-7} + l_{7-1}.$$

$$L_1 = 70 + 76 + 64 + 44 + 135 + 70$$

$$\underline{L_1 = 459 \text{ km}}$$

Ainsi, nous trouvons que le véhicule devant parcourir le circuit n° 01, doit couvrir une distance de 459 km. Dans ce circuit le Nœud n° 01, à savoir Dakar, est considéré comme étant le centre de traitement.

b) circuit n° 02

<u>lien</u>	<u>distance</u>
01-07	$l_{17} = 70 \text{ km}$
07-8	$l_{78} = 123 \text{ km}$
08-04	$l_{8-4} = 73 \text{ km}$

$L_2 =$ Longueur de parcours du circuit n° 02.

$$L_2 = 2 (l_{17} + l_{78} + l_{8-4})$$

$$L_2 = 2 (70 + 123 + 73)$$

$$L_2 = 532 \text{ km}$$

c) circuit n° 03

<u>lien</u>	<u>distance</u>
06-11	110 km
11-02	152 km
02-10	188 km
10-05	226 km
05-06	273 km

$L_3 =$ Longueur de parcours du circuit n° 03

$$L_3 = l_{6-11} + l_{11-2} + l_{2-10} + l_{10-5} + l_{5-6}$$

$$L_3 = 110 + 152 + 188 + 226 + 273$$

$$L_3 = 949 \text{ km}$$

Notons que de ces circuits générés, seul le circuit n° 03 constitue un tour d'Euler; le circuit n° 01 et le circuit n° 02 passent par un (p) ou plusieurs nœuds 2 fois. mais compte tenu de la configuration du réseau routier, il ne peuvent en être autrement. Nous les assimilons tous à des circuits Eulériens.

3. Évaluation du temps de parcours

Pour évaluer le temps de parcours pour chaque circuit, il s'impose de tenir compte de deux facteurs :

- la vitesse moyenne du véhicule
- les pénalités attribuées aux nœuds pour charger du courrier et en décharger

En outre, nous tiendrons compte de la qualité de la route.

i) Vitesse moyenne du véhicule

Nous considérons une vitesse moyenne de 70 km/h pour tous les véhicules

$$V_{\text{moy}} = 70 \text{ km/h}$$

ii) pénalités aux arrêts.

Comme il a été mentionné, les arrêts aux nœuds seront sanctionnés d'une pénalité de 30 minutes.

$$P_a = 30 \text{ mn.}$$

a) circuit n° 1.

Sur un nœud, nous pénalisons l'arrêt au retour par un temps de 15 mn au lieu de 30 mn, pour tenir compte du fait qu'on s'est déjà pénalisé à l'aller.

$$l_1 = 459 \text{ km}$$

$$V = 70 \text{ km/h.}$$

$$P_1 = V \cdot t_1$$

$$\Rightarrow t_{p1} = \frac{P_1}{V} = \frac{459}{70} = 6 \text{ h } 34 \text{ mn} \Rightarrow \underline{t_{p1} = 6 \text{ h } 34'}$$

pénalités

4 pénalités à l'aller et 1 pénalité au retour aux nœuds 7.

t_{pe} = temps de pénalités

$$t_{pe} = 4 \times 30 + 1 \times 15 \Rightarrow t_{pe} = 135 \text{ mn}$$

$$\underline{t_{pe} = 2 \text{ h } 15 \text{ mn.}}$$

temps total.

$$t_{t1} = t_p + t_{pe}$$

$$t_{t1} = 6 \text{ h } 34 \text{ mn} + 2 \text{ h } 15 \text{ mn.}$$

$$t_{t1} = 8 \text{ h } 49 \text{ mn}$$

$$\boxed{t_{t1} = 8 \text{ h } 49 \text{ mn.}}$$

b) circuit n° 02

$$L_2 = 532 \text{ km}$$

$$V = 70 \text{ km/h}$$

$$L_2 = V \cdot t_2 \Rightarrow t_2 = \frac{L_2}{V} \Rightarrow \underline{t_{p2} = \frac{L_2}{V}}$$

$$t_{p2} = \frac{532}{70} = 7 \text{ h } 36 \text{ mn} \Rightarrow \underline{t_{p2} = 7 \text{ h } 36 \text{ mn.}}$$

pénalités

3 pénalités de 30 mn chacune à l'aller.

2 pénalités de 15 mn chacune au retour.

t_{pe} temps des pénalités est:

$$t_{pe} = 3 \times 30 + 2 \times 15$$

$$t_{pe} = 120 \text{ mn} \Rightarrow \underline{t_{pe} = 2 \text{ h.}}$$

temps total de parcours.

$$t_{t2} = t_{p2} + t_{pe}$$

$$t_{t2} = 7 \text{ h } 36 \text{ mn} + 2 \text{ h } 00 \text{ mn.}$$

$$\boxed{t_{t2} = 9 \text{ h } 36 \text{ mn}}$$

c) circuit n° 03

$$L_3 = 949 \text{ km}$$

$$V = 70 \text{ km/h.}$$

$$L_3 = V \cdot t_{p3} \Rightarrow \underline{t_{p3} = \frac{L_3}{V}}$$

$$t_{p3} = \frac{949}{70} \Rightarrow t_{p3} = 13h34mn$$

pénalités.

4 pénalités de 30 mn

$$t_{pe3} = 4 \times 30 = 120mn.$$

$$t_{pe3} = 2h$$

temps total de parcours

$$t_{t3} = t_{pe3} + t_{p3}.$$

$$t_{t3} = 2h + 13h34mn. \Rightarrow \boxed{t_{t3} = 15h34mn.}$$

Rescapitulation.

<u>circuit</u>	<u>L_i</u>	<u>t_{ti}</u>
1	459 km	8h 49mn
2	532 km	9h 36mn
3	949 km	15h 34mn.

Figure n°5

Circuit n° 01

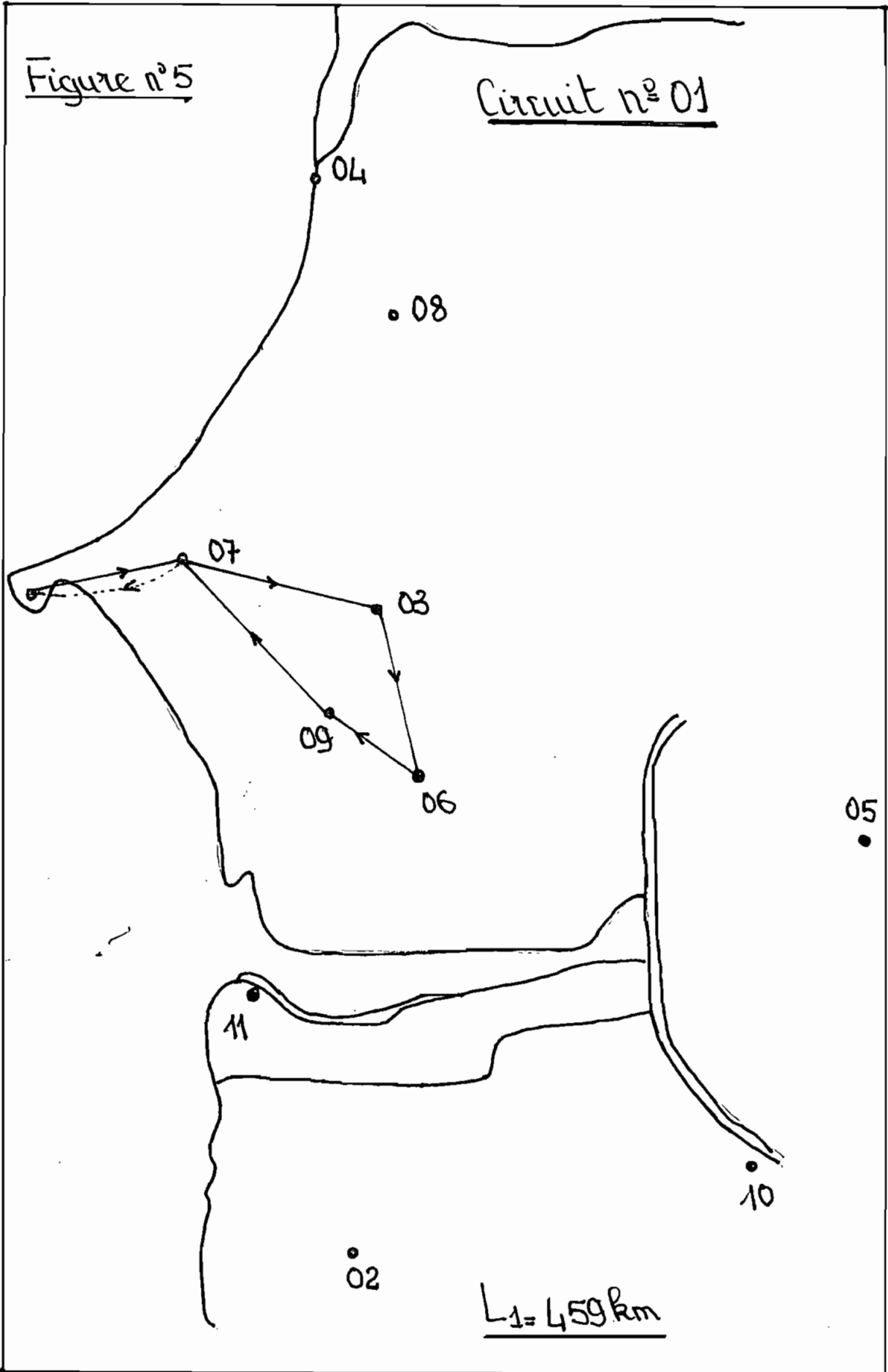


Figure n°6

Circuit n°2

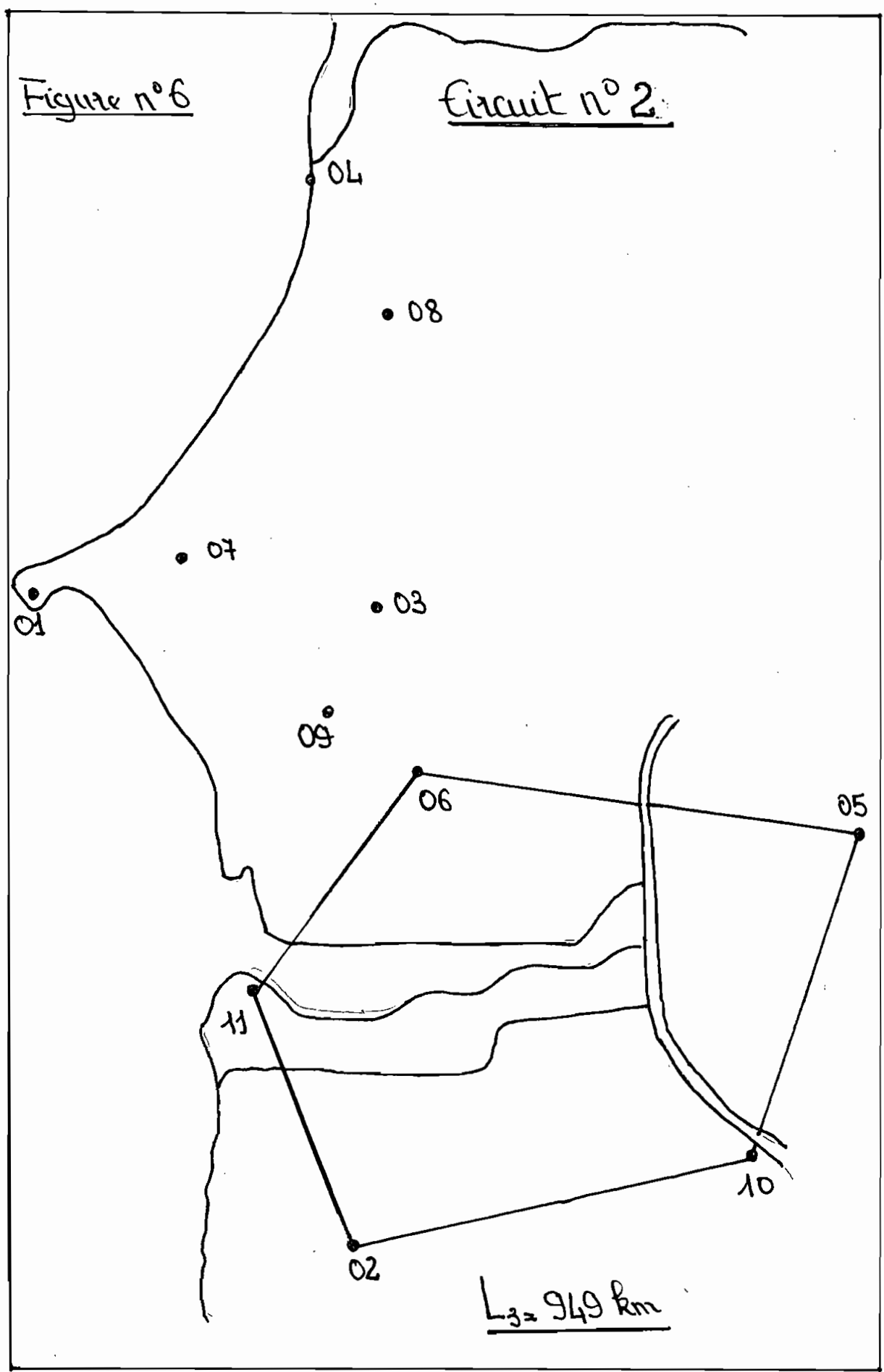
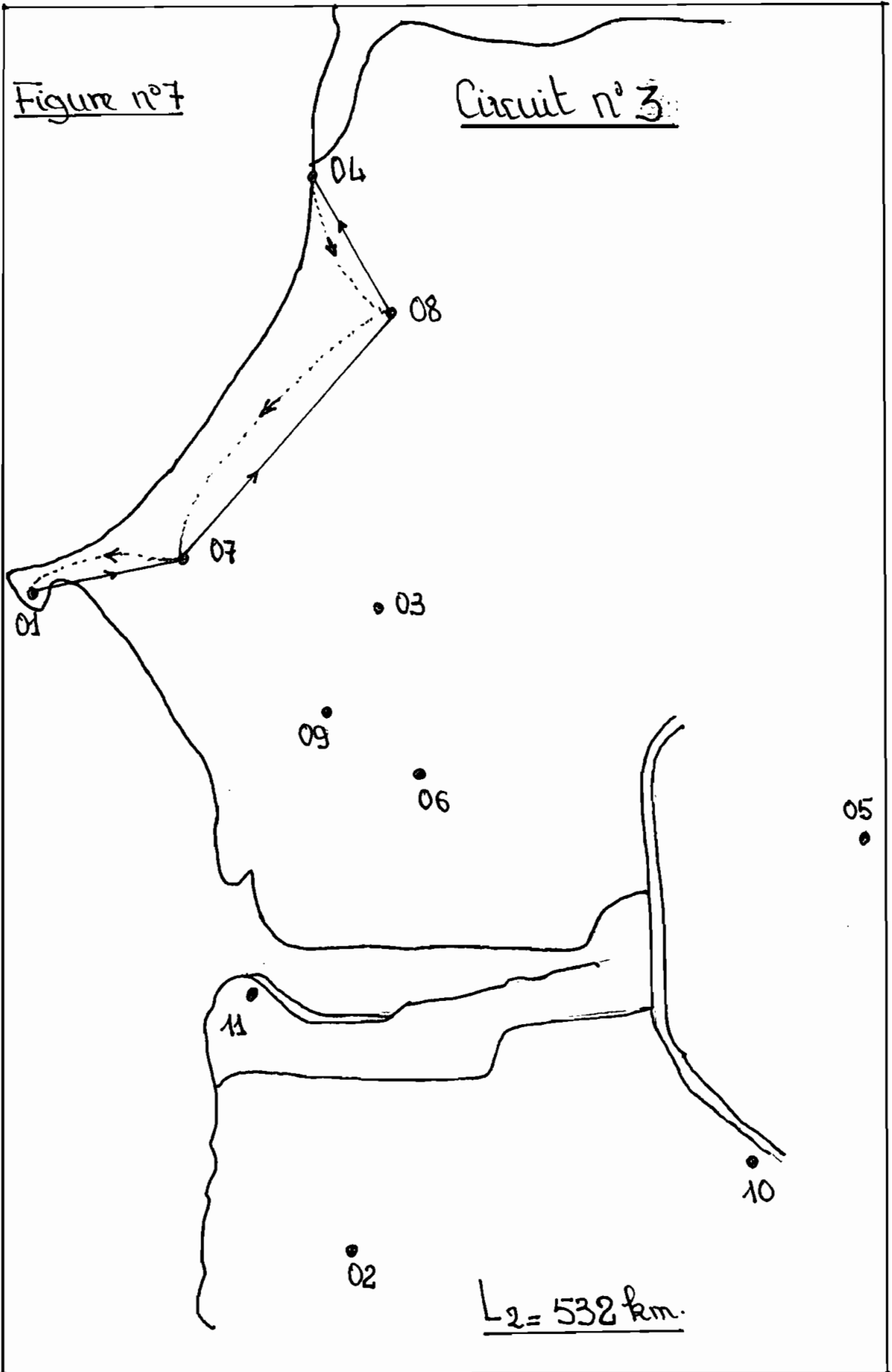


Figure n°7

Circuit n°3



4) Acheminement des Chef-lieux de Région vers les chef-lieux de département.

On se met dans la situation où tous les chef-lieux de Région sont desservis, il reste maintenant à assurer l'acheminement vers les chef-lieux de département.

Pour ce faire, nous allons considérer les chef-lieux de Région comme des centres de traitement et chercher la combinaison optimale pour tous les chef-lieux de département. Des sous-arbres ont été confectionnés, reliant ainsi chaque chef-lieu de Région à ses chefs de département, dont la longueur et le temps de parcours peuvent être déterminés.

i) Longueur de parcours des sous-arbres

* sous-arbre n°1.

parcours \rightarrow 1-12-13-12-1.

$$L_1 = 2 \times 28 = 56 \text{ km.} \quad \Rightarrow \quad \underline{L_1 = 56 \text{ km.}}$$

* sous-arbre n°2.

parcours \rightarrow 02-21-02-22

$$L_2 = 2 \times (27 + 43)$$

$$\underline{L_2 = 140 \text{ km.}}$$

* sous-arbre n°3.

parcours \rightarrow 03-31-03-32-03

$$L_3 = 2 \times (23 + 40)$$

$$\underline{L_3 = 126 \text{ km.}}$$

sous-arbre n°4

parcours 04-41-43-42-43-41-04

$$L_4 = 2 \times 412$$

$$\underline{L_4 = 824 \text{ km.}}$$

Sous-cubre n° 5

parcours → 05-51-05-52-05

$$L_5 = 2(243 + 233)$$

$$\underline{L_5 = 952 \text{ km}}$$

Sous-cubre n° 6

parcours → 06-61-06-62

$$L_6 = 2(60 + 80)$$

$$\underline{L_6 = 280 \text{ km}}$$

Sous-cubre n° 7

parcours → 07-72-07-71-07

$$L_7 = 2 \times (73 + 22)$$

$$\underline{L_7 = 190 \text{ km}}$$

Sous-cubre n° 8

parcours → 08-81-08-82-08

$$L_8 = 2 \times (38 + 80)$$

$$\underline{L_8 = 168 \text{ km}}$$

Sous-cubre n° 9.

parcours → 09-91-09-92

$$L_9 = 2(27 + 29)$$

$$\underline{L_9 = 112 \text{ km}}$$

Sous-cubre n° 10

→ parcours 10-101-10-102

$$L_{10} = 2 \times (87 + 123)$$

$$\underline{L_{10} = 420 \text{ km}}$$

Pour tirer les conclusions de cette étude, on peut dégager deux grandes remarques :

- La première est que les circuits ainsi générés par ces sous-arbres ne sont pas des circuits simples. Il a été démontré que construire des circuits Eulériens est plus économique que la procédure utilisée ci-dessus; le nombre de noeuds visités étant très petit, l'optimalité ne pourra découler de cette solution
- La deuxième est que: la rouverture de ces noeuds nécessite autant de véhicules que de sous-graphes; ce qui n'est pas du tout économique.

5) Couverture des points de demande

Cette solution est une combinaison des deux étapes de la précédente. Nous tenterons d'assurer l'acheminement du courrier sur les chef-lieux de Région en même temps que sur ceux des départements. Il s'agira d'une amélioration des circuits générés ; ces derniers visent une optimisation dans le sens où un nombre plus important de nœuds sera couvert. D'autres temps d'arrêt seront imposés aux chef-lieux de département.

En plus des circuits déjà générés, nous ajoutons d'autres afin d'atteindre les départements non couverts.

Le circuit n°1 devient.

01-12-13-07-31-03-92-06-09-71-13-12-01.

Le circuit n°2 devient

01-07-72-81-08-04-08-81-72-07-01

Le circuit n°3 devient.

06-61-05-102-10-101-02-21-11-06

circuit n°4

04-41-43-42-82-08-04

circuit n°5

05-51-05-52

Ainsi avec cette combinaison, tous les nœuds du réseau sont couverts à l'exception de trois dont nous étudierons plus tard les moyens d'acheminement. Les objectifs fixés étant d'atteindre les chef-lieux de Région au $J+1$ et les chef-lieux de département en $J+2$, une évaluation du temps de couverture s'impose.

Distances et temps de parcours.

Les longueurs de parcours des circuits restent pratiquement les mêmes que calculées précédemment.

Ils s'agit d'ajouter les temps d'arrêt aux chef-lieux de département.

Pour une plus grande Rationalité des circuits utilisés, chaque arrêt sera pénalisé d'une durée de quinze (15) minutes que nous jugons largement suffisante.

circuit n°1.

$$L_1 = 459 \text{ km}$$

temps pour parcourir le circuit

$$t_p = 6 \text{ h } 34 \text{ mn} \quad (\text{cf paragraphe précédent})$$

temps de pénalités.

$$t_{pe} = 10 \times 15 = 150 \text{ mn}$$

$$t_{pe} = 2 \text{ h } 30 \text{ mn.}$$

temps total.

$$t_t = t_p + t_{pe}$$

$$t_t = 6 \text{ h } 34 \text{ mn} + 2 \text{ h } 30 \text{ mn.}$$

$$t_t = 9 \text{ h } 04 \text{ mn.}$$

$$\underline{t_{t_1} = 9 \text{ h } 04 \text{ mn.}}$$

circuit n°2

temps de parcours

$$L_2 = 949 \text{ km.}$$

$$t_{p_2} = 13 \text{ h } 34 \text{ mn}$$

pénalités

$$t_{pe_2} = 8 \times 15 \text{ mn} = 120 \text{ mn.}$$

$$\underline{t_{pe_2} = 2 \text{ h } 00 \text{ mn.}}$$

$$t_{t2} = t_{pe} + t_{pe2}$$

$$t_{t2} = 13h34mn + 2h00mn.$$

$$\underline{t_{t2} = 15h34mn}$$

circuit n° 3.

$$L_3 = 532 \text{ km} \Rightarrow t_{p3} = 7h36mn$$

pénalités

$$t_{pe} = 15 \times 7 = 105mn \Rightarrow t_{pe3} = 1h45mn.$$

temps total

$$t_{t3} = t_{p3} + t_{pe3}.$$

$$t_{t3} = 7h36mn + 1h45mn$$

$$\underline{t_{t3} = 9h21mn.}$$

circuit n° 4

calcul de la longueur de Parcours

$$L_4 = L_{4-42} + L_{42-82} + L_{82-08} + L_{08-04}$$

$$L_4 = 412 + 217 + 130 + 73$$

$$\underline{L_4 = 832 \text{ km.}}$$

temps de parcours

$$t_{L4} = \frac{832}{70} = 11h53mn \Rightarrow \underline{t_{L4} = 12h00mn.}$$

pénalités

$$t_{pe4} = 5 \times 15 = 75mn$$

$$t_{pe4} = 1h15mn.$$

temps total

$$t_4 = t_{p4} + t_{pe4}$$

$$t_4 = 12h00mn + 1h15mn$$

$$t_4 = 13h15mn$$

$$\underline{t_4 = 13h15mn}$$

circuit n° 5

parcours \rightarrow 05-51-05-52

$$L_5 = 2(L_{5-51} + L_{5-52})$$

$$L_5 = 2(243 + 233)$$

$$\underline{L_5 = 952 \text{ km}}$$

temps de parcours

$$t_{p5} = \frac{952}{70} = 13 \text{ h } 36 \text{ mn} \quad \Rightarrow \quad \underline{t_{p5} = 13 \text{ h } 36 \text{ mn}}$$

pénalités

$$t_{pe5} = 3 \times 15 = 45 \text{ mn} \quad \Rightarrow \quad \underline{t_{pe5} = 45 \text{ mn}}$$

temps total

$$t_{t5} = t_{p5} + t_{pe5}$$

$$t_{t5} = 13 \text{ h } 36 \text{ mn} + 45 \text{ mn}$$

$$\underline{t_{t5} = 14 \text{ h } 21 \text{ mn}}$$

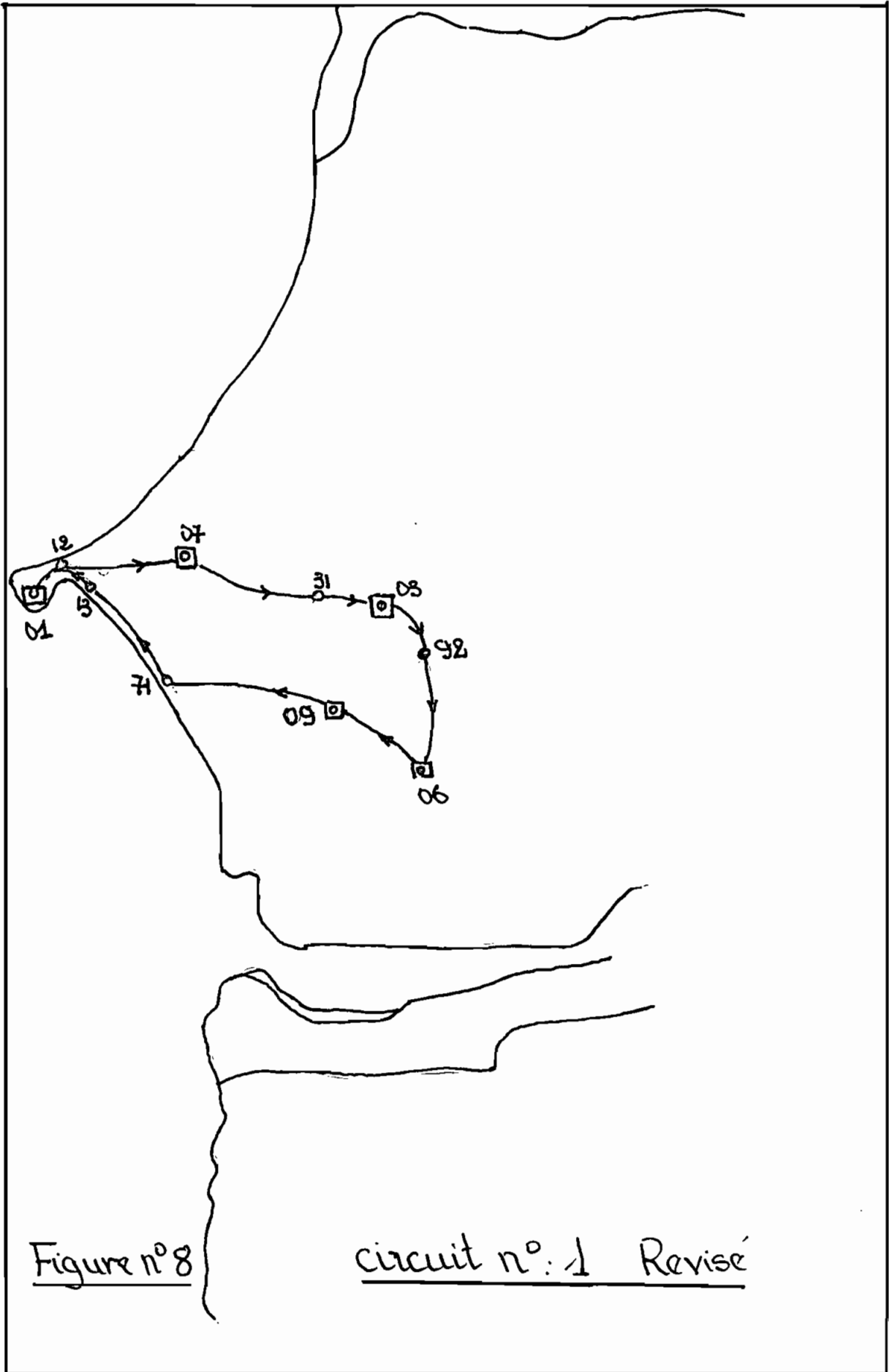


Figure n°8

circuit n°: 1 Révisé

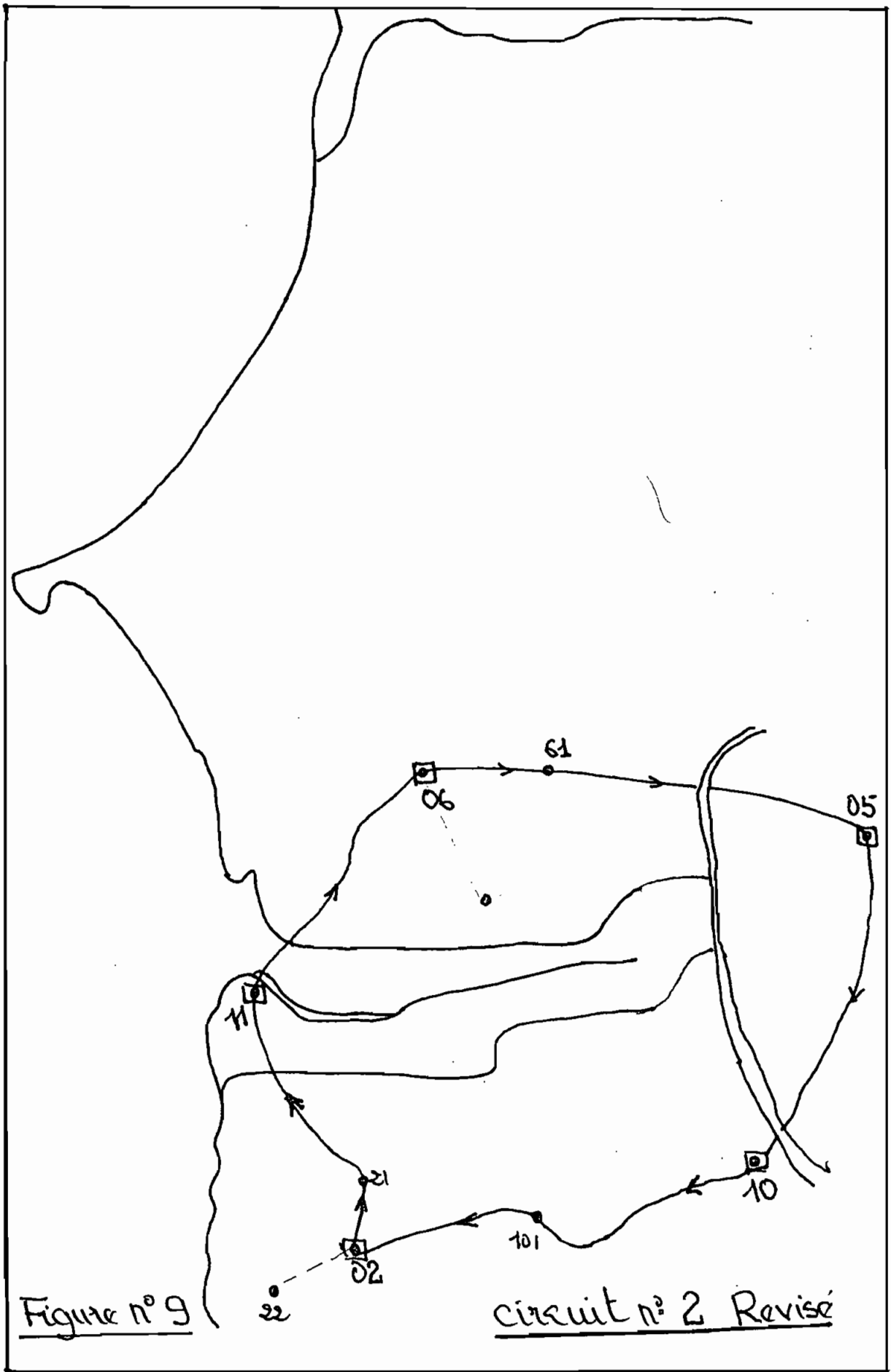


Figure n° 9

circuit n° 2 Revised

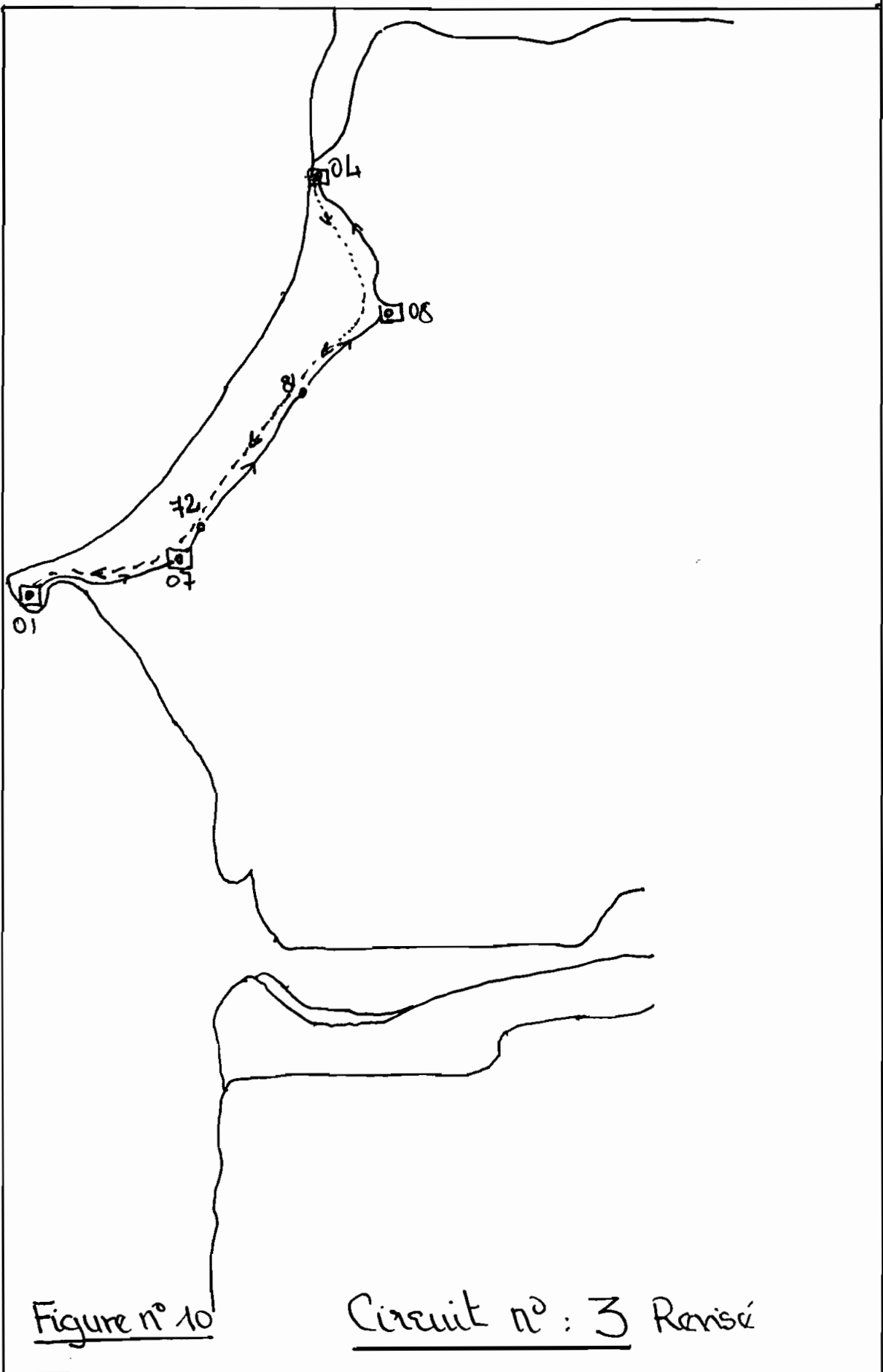


Figure n° 10

Circuit n° : 3 Révisé

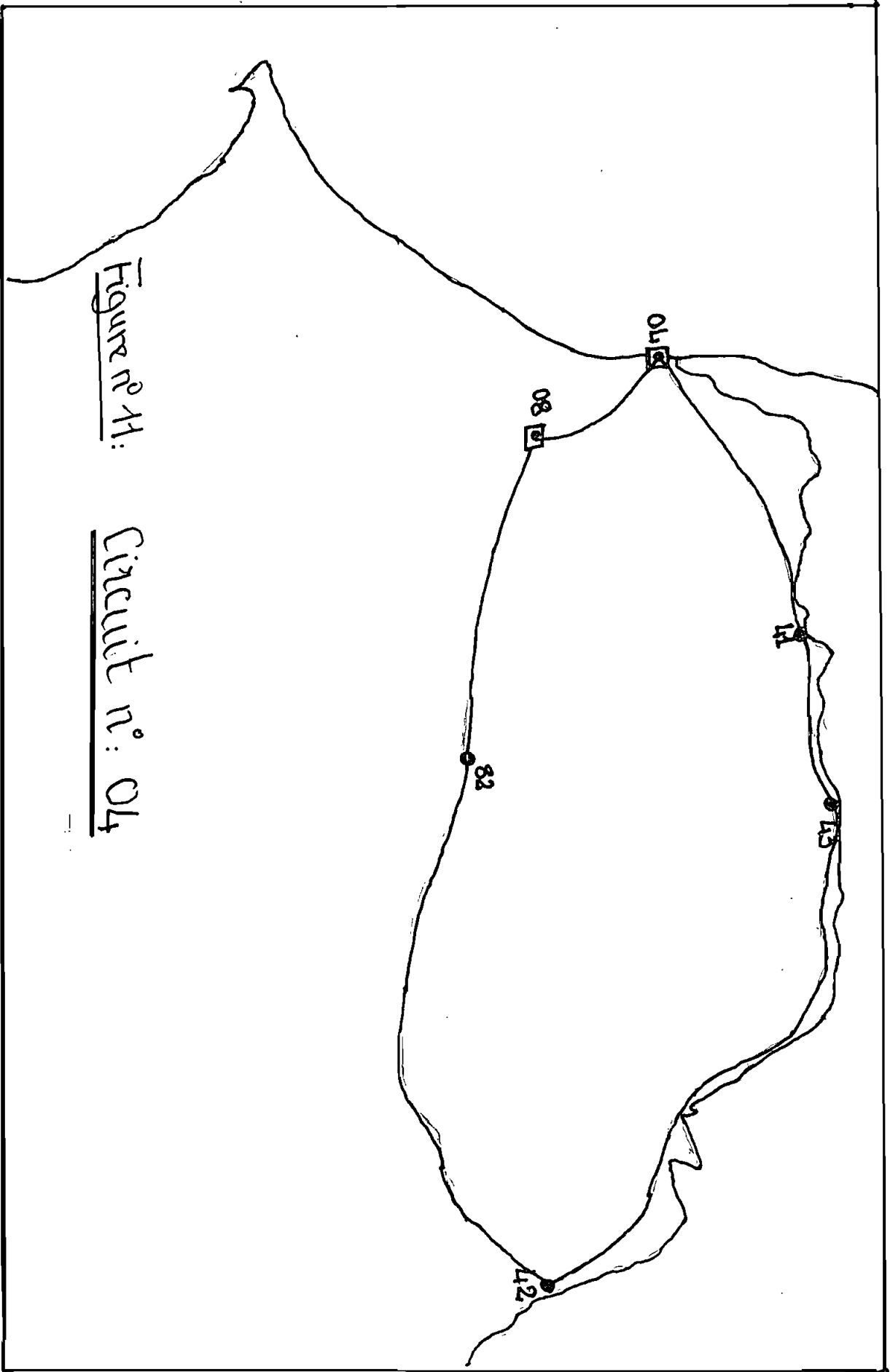
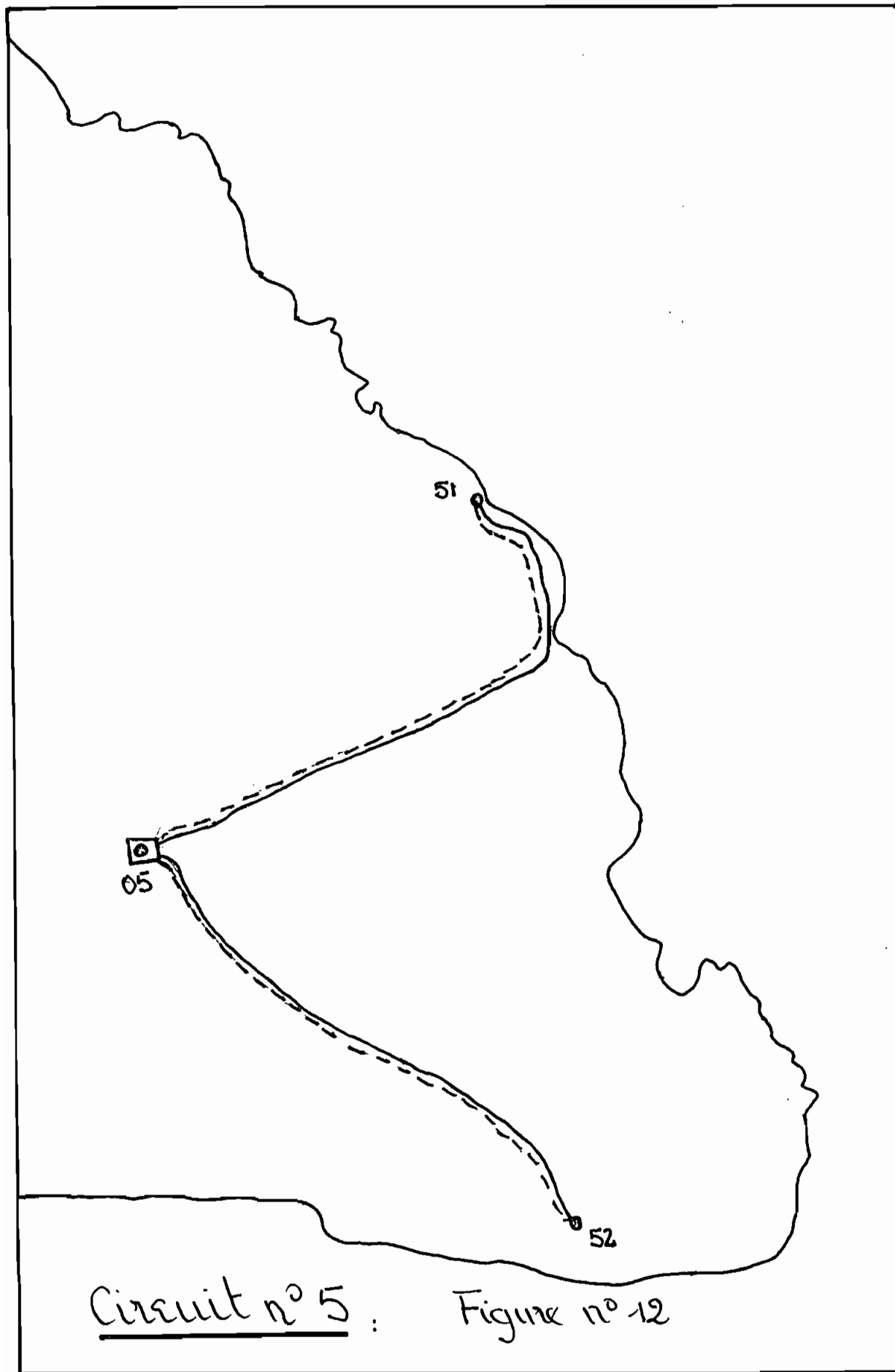


Figure n° 11:

Circuit n°: 04



Circuit n° 5 : Figure n° 12

6) Réajustement et synchronisation du Réseau

Compte tenu de l'interdépendance des circuits générés, il s'avère nécessaire de procéder à une synchronisation de ces derniers. Il sera procédé à un réajustement des temps de parcours vue la spécificité de certains circuits. En dernier lieu, nous essayerons d'atteindre les points de demande non couverts par le réseau.

a) Récapitulation

<u>circuit n°</u>	<u>Nombre de nœuds</u>	<u>distance</u>	<u>temps</u>
1	10	459 km	9h 04mn
2	9	949 km	15h 34mn
3	6	532 km	9h 21mn
4	6	832 km	12h 15mn
5	3	952 km	14h 21mn

Etant donné des circuits interdépendants, essayons de trouver une synchronisation adéquate pour respecter les délais fixés.

Dans un premier temps, l'essai sera fait entre le circuit n°1 et le circuit n°2.

Supposons que le véhicule quitte Dakar à 6h00mn. Il va parcourir une distance de 189^{km} avant d'arriver à Kaolack et aura à s'arrêter six (6) fois tout au long du parcours. calculons la durée du trajet.

temps pour parcourir les 189 km

$$L = v \cdot t \Rightarrow t = \frac{L}{v}$$

$$v = 70 \text{ km/h} \Rightarrow t = \frac{189}{70} = 2 \text{ h } 42 \text{ mn}$$

$$t = 2 \text{ h } 42 \text{ mn.}$$

penalités

$$t_p = 6 \times 15 = 90 \text{ mn} \Rightarrow \underline{t_p = 1 \text{ h } 30 \text{ mn}}$$

temps total

$$t_t = 2 \text{ h } 42 \text{ mn} + 1 \text{ h } 30 \text{ mn} \Rightarrow t_t = 4 \text{ h } 12 \text{ mn}$$

Donc, le véhicule arrive à Kaolack à 10H12mn qu'il quitte 30mn après.

Donc le véhicule assurant le circuit n°2 doit quitter Kaolack aux environs de 10H42mn. Il arrive à Ziguinchor, après avoir couvert Kaffrine - Tambourouba - Vélingara - Kolda - Sedhiou, aux environs de 22H. Après un parcours de 11h18mn, le véhicule peut passer la nuit à Ziguinchor pour permettre au chauffeur de se reposer. Si on suppose qu'il quitte Ziguinchor à six heures (6H); l'arrivée à Banjul est prévue aux alentours de 8h30mn.

Compte tenu des contraintes liées à la traversée du Bas de Gambie, on attribue une pénalité de deux heures. En tenant compte de la durée de parcours, le véhicule retourne sur Kaolack aux environs de midi (12 Heures).

En tenant compte de ces Analyses, on peut conclure qu'il faut un minimum de trois (3) véhicules pour assurer la régularité de l'acheminement du courrier à travers ce circuit. Un jour de repos devant être accordé au véhicule vers l'importance de la distance à couvrir sur ce circuit.

En raisonnant de la même manière sur les autres circuits, on peut dégager le nombre de véhicules nécessaires à la bonne couverture du réseau.

7 Répartition du Parc Automobile

<u>circuit n°:</u>	<u>nombre de véhicules</u>
1	2
2	3
3	2
4	2
5	1
Total	<hr/> 10 véhicules.

Après l'étude que nous avons effectuée, un parc de 10 véhicules pour la couverture du réseau. Mais, il reste deux chef-lieux de département non couverts par les circuits, à savoir Dussaye et Nioko du Rip. On peut allouer un orgisme véhicule au réseau qui aura pour mission d'assurer le circuit: Kaolack - Nioko du Rip - Bignona - Ziguinchor en Aller et retour. Comme on peut aussi laisser la couverture de cette liaison aux transporteurs privés. Nous en débattons dans le dernier chapitre.

Donc, pour le moment on active un parc automobile de dix (10) véhicules.

Total = 10 véhicules

CHAPITRE : 6

ÉTUDE

ÉCONOMIQUE

Comme nous le savons, On ne peut juger de la rentabilité d'un projet sans avoir fait une étude économique. Pour donner une idée des implications financières de la planification, nous étudierons dans un premier temps, les coûts engendrés par la sous-traitance de l'acheminement du courrier, et dans un deuxième temps, une évaluation économique du transport en Régie sera faite. Il sera suivi une combinaison des deux modes de transport en vue d'une réduction des coûts d'exploitation.

A) Coût du Transport en Privé

Pour faire une évaluation des coûts engendrés par ce mode d'acheminement, nous nous baserons essentiellement sur le Programme du coût du transport du courrier par route, présenté en Annexes, de l'année budgétaire 1986-1987. L'évaluation sera axée sur l'acheminement à travers les principaux points de demande.

1) circuit n°1

parcours: 01-12-13-07-31-03-92-06-09-71-13-12-01.

Notons que ce circuit est assuré par le transport en Régie, l'évaluation se fera dans la partie B de cette étude.

2) circuit n°2

Les mêmes remarques que pour le circuit n°1.

3) circuit n°03.

06-61-05-102-101-10-02-21-11-06

Kaobuck - Keffrine - Tambarounda - Velingara - Kolda - Seckhior

- Ziguinchor - Bignona - Banjul - Koalack

Estimation des coûts.

Koalack - Kaffrine - Tamba : $C_1 = 4.944.000 \text{ FCFA/an}$

Tamba - Velinguara - Kolda : $C_2 = 1.980.000 \text{ FCFA/an}$

Kolda - Ziguinchor - Bignona : $C_3 = 3.000.000 \text{ FCFA/an}$

Koalack - Banjul : $C_4 = 2.400.000 \text{ FCFA/an}$

Koalack - Ziguinchor : $C_5 = 4.800.000 \text{ FCFA/an}$

Coût total du circuit n° 03.

$$C_{T3} = C_1 + C_2 + C_3 + C_4 + C_5$$

$$C_{T3} = 4.944.000 + 1.980.000 + 3.000.000 + 2.400.000 + 4.800.000$$

$$C_{T3} = 17.124.000 \text{ FCFA/an}$$

4) Circuit n° 4

parcours : 04-41-48-42-82-08-04

S^t. Louis - Dagana - Podor - Matam - Linguère - Louga - S^t. Louis

S^t. Louis - Podor $C_1 = 2.100.000 \text{ FCFA/an}$

Podor - Matam $C_2 = 2.400.000 \text{ FCFA/an}$

Louga - Linguère $C_3 = 2.400.000 \text{ FCFA/an}$

Coût total du circuit n° 4

$$C_{T4} = C_1 + C_2 + C_3 + C_4 + C_5$$

$$C_{T4} = 2.100.000 + 2.400.000 + 2.400.000 + 5.000.000$$

$$C_{T4} = 11.900.000 \text{ FCFA/an}$$

5) Circuit n° 5

05-51-05-52

Tambacounda - Bakel - Tamba - Kedougou

Tamba - Kidiya $C_1 = 1.920.000 \text{ FCFA/an}$

Matam - Kiedira

$$C_2 = 2.508.000 \text{ FCFA/an}$$

Tamba - Kedougou

$$C_3 = 1.440.000 \text{ FCFA/an}$$

coût total

$$C_{T5} = C_1 + C_2 + C_3$$

$$C_{T5} = 1.920.000 + 2.508.000 + 1.440.000$$

$$C_{T5} = 5.868.000 \text{ FCFA/an}$$

Après les calculs effectués, on peut avoir une idée du coût total du transport en privé sur le Chef-lieu de Région et de département

coût total du transport en Privé sur les points de demande

$$C_T = C_{T3} + C_{T4} + C_{T5}$$

$$C_T = 17.124.000 + 11.900.000 + 5.868.000$$

$$C_T = 34.892.000 \text{ FCFA/an}$$

pourcentage du coût de ce transport sur le coût total

B = Budget total 1986-1987

$$R\% = \frac{C_T}{B} \times 100$$

$$R = \frac{34.892.000}{41.874.000} = 83,8\%$$

$$R = 83,8\%$$

En guise de conclusion, nous pouvons dire que l'acheminement du courrier sur les Chef-lieux de Région et de département occupe 84% du Budget total alloué au Privé.

B) Estimation du Coût du Transport en Régie

Dans cette partie, nous allons essayer un mode d'évaluation du coût du transport en Régie. Plusieurs frais entrent en ligne de compte, à savoir:

- Les coûts d'acquisition des véhicules de transport.
- Le Coût du Carburant
- Le Coût du Personnel
- L'amortissement des véhicules
- Les Frais d'entretien ect.....

Disons dès ce présent que nous ne détenons pas les chiffres exacts des montants. Ils dépendent effectivement de plusieurs facteurs dont le choix du véhicule qui est laissé à la discrétion du décideur.

Notre estimation sera basée sur un exemple dont les chiffres ne sont choisis que pour donner un modèle de calcul

1) Coût des véhicules et leur amortissement

Soit C_v : le coût d'achat d'un véhicule

on prend $C_v = 12.000.000$ FCFA

Supposons un amortissement linéaire sur 7 ans (A)

Prix du véhicule par année

C_{av} = Coût annuel du véhicule

$$C_{av} = \frac{C_v}{A}$$

$$\Rightarrow C_{av} = \frac{12.000.000}{7} = 1.714.286 \text{ FCFA}$$

$$\underline{C_{av} = 1.714.286 \text{ FCFA}}$$

2) Le coût du Carburant

Supposons que les véhicules consomment du Gas-oil à un taux de 10 litres aux 100 km parcourus.

Nombre de km parcouru par an.

On suppose que les véhicules roulent vingt-six (26) jours dans le mois; alors la longueur totale parcourue annuellement est:

$$L_{Ta} = 26 \times 12 \times (L_1 + L_2 + L_3 + L_4 + L_5)$$

$$L_{Ta} = 26 \times 12 \times (459 + 949 + 532 + 832 + 952)$$

$$\underline{L_{Ta} = 1.072.512 \text{ km}}$$

Consommation annuelle de carburant : C_c .

$$C_c = \frac{L_{Ta}}{100} \times 10 \Rightarrow C_c = \frac{1}{10} L_{Ta}$$

$$C_c = \frac{1.072.512}{100} \times 10 = 107.252 \text{ l.}$$

$$\Rightarrow \underline{C_c = 107.252 \text{ l /an.}}$$

Coût annuel du carburant : C_{ca}

On calcule sur la base d'un coût unitaire de deux cent dix (210)

FCFA le litre de carburant,

$$C_u = 210 \text{ FCFA.}$$

$$C_{ca} = C_u \cdot C_c$$

$$C_{ca} = 210 \times 107.252$$

$$\underline{C_{ca} = 22.522.920 \text{ FCFA}}$$

3) Rémunération annuelle du Personnel.

Le Personnel comprend les chauffeurs et les courriers-convoyeurs. Leur rémunération mensuelle a été obtenue auprès de la Direction de l'D.P.C.E. La liste des chauffeurs et des courriers convoyeurs sera affichée en Annexe.

a) rémunération des chauffeurs

D'après les informations que nous avons reçues, la rémunération moyenne par mois d'un chauffeur est de 45.000 F.CFA. Si nous affectons 12 chauffeurs aux 10 véhicules on a:

$R_c =$ Rémunération annuelle des chauffeurs.

$$R_c = (12 \times 45.000) \times 12.$$

$$R_c = 6.480.000 \text{ FCFA.}$$

b) rémunération des courrier-convoyeurs.

D'après ces mêmes informations les courrier-convoyeurs sont rémunérés mensuellement à une somme moyenne de 60.000 F.CFA par courrier-convoyeur. Si on utilise 12 courrier-convoyeurs on a:

$R_{cc} =$ Rémunération annuelle des courrier-convoyeurs.

$$R_{cc} = (12 \times 60.000) \times 12.$$

$$R_{cc} = 8.640.000 \text{ FCFA}$$

A partir de ces estimations, on peut calculer le coût annuel du transport en Régie

$CTR =$ Coût du Transport en Régie

$$CTR = C_{av} + C_{ca} + (R_c + R_{cc})$$

$$CTR = (10 \times 1.714.286) + 22.522.920 + 6.480.000 + 8.640.000$$

$$CTR = (10 \times 1.714.286) + 22.522.920 + (6.480.000 + 8.640.000)$$

$$CTR = 54.785.780$$

$$CTR = 54.785.780 \text{ FCFA.}$$

En conclusion, on peut dire, d'après l'exemple choisi que le coût du transport en Régie peut être déterminé de manière exacte.

Mais aussi la détermination du coût du transport en Régie implique d'autres considérations que nous ne maîtrisons pas, telles :

- les frais d'entretien des véhicules
- les frais pouvant être engendrés par les accidents de parcours.
- les frais de personnel intervenant dans d'autres domaines de l'acheminement du courrier: le Tai, embarcation, ect.....

Disons que nous n'avons donné qu'un exemple de calcul du coût du transport en Régie pour mettre en exergue tous les frais financiers impliqués dans l'acheminement du courrier à travers le Sénégal. A ces coûts, il faudra ajouter les frais de transport suivant les axes que nous effectuons au Transport en Régie à savoir:

- Kaolack - Niara
- Ziguinchor - Oussouye

4) Estimation du Kilomètre parcouru (Coût)

Nombre de Km parcourus par an

$$L_{Ta} = 1.072.512 \text{ km}$$

Coût total du Transport en Régie

$$CTR = 54.785.780 \text{ FCFA.}$$

Coût du km parcouru

$$C_p = \frac{CTR}{L_{Ta}}$$

$$C_p = \frac{54.785.780}{1.072.512} = 51,1 \text{ FCFA}$$

Le coût du Kilomètre parcouru peut être évalué à

$$\boxed{C_p = 51,1 \text{ FCFA}}$$

CHAPITRE : 7

DISCUSSIONS ET
INTERPRÉTATION
DES
RESULTATS

"Ce chapitre nous permettra d'établir le lien entre les résultats et les hypothèses. En fait, il s'agira de confirmer ou d'infirmer les hypothèses à la lumière des résultats de l'expérimentation."

La Planification d'un Réseau d'acheminement du courrier à travers le Sénégal, devant être établie sur des bases scientifiques, il fallait adapter un Algorithme permettant une jonction de tous les nœuds du Réseau.

C'est ainsi que nous avons opté pour l'Algorithme du "Problème du voyageur de commerce" qui peut se définir comme suit: trouver un cycle hamiltonien de pondération totale minimum dans un graphe complètement symétrique pondéré. La pondération que nous avons choisie est basée sur une table de distances.

a) L'analyse des méthodes utilisées

Mais, il s'est trouvé que la configuration de notre Réseau Routier ne nous permet pas de trouver un cycle hamiltonien couvrant tous les points de demande.

Bien entendu, le PVC n'est qu'une étiquette commode qu'on colle à un problème qui se rencontre dans d'autres contextes. Ainsi, il fallait l'adapter à notre contexte qui est le Transport Postal. Cette adaptation nous a conduit à concevoir des sous-circuits Eulériens permettant de joindre les points de demande; des lors on se trouve confronté à un "Problème à n voyageurs de commerce"; mettant le nombre de circuits générés. Après étude, on est conduit, dans notre cas,

à un "Problème à cinq (5) voyageurs de commerce". Mais disons que sous la contrainte de la configuration du Réseau routier, de véritables circuits Eulériens n'ont pu être générés, à part les circuits n° 3 et n° 4.

Cependant, il ne faut pas croire qu'un modèle et ses conclusions puissent être machinalement appliquées à un problème du monde réel sans interprétation. En fait, le modèle n'est qu'une idéalisation de la situation réelle et sert de guide au décideur qui, enfin de compte, prendra la décision finale. Mais le modèle peut lui indiquer quels sont les choix qui lui sont offerts et quels sont leurs impacts correspondants si le monde était tel que présenté par le modèle. Tel n'est jamais le cas, cependant les modèles servent comme point de repère contre lequel le décideur peut comparer ses propres choix et conclusions. Conséquemment, il sera rare de voir, dans la pratique, une application directe d'un modèle.

b) Analyse des résultats.

Compte-tenu des objectifs fixés à savoir:

- assurer la liaison entre les chef-lieux de Région en $J+1$.
- assurer la liaison entre les chef-lieux de Région et les chef-lieux de département correspondants en $J+2$.

Des lors, après avoir généré des circuits avec les modèles décrits précédemment, il nous fallait évaluer les distances de parcours en vue de calculer les temps de parcours pour s'assurer du respect des délais.

Vus les calculs de temps effectués, il s'est avéré nécessaire de procé-

des à une synchronisation des circuits pour un meilleur acheminement du courrier. Dans notre étude nous avons tenté de donner un modèle de synchronisation, mais il est évident que l'opérationnalité de cette dernière ne pourra être effective qu'après des parcours d'essai. Par la pratique, l'OPCE pourra trouver la synchronisation optimale; car on n'ignore pas qu'entre la théorie et la réalité, il y a une marge que nul ne peut prétendre maîtriser.

L'élaboration de notre réseau s'est faite sur la base qu'il fallait optimiser les circuits empruntés par les véhicules, optimisation guidée par trois (3) critères essentiels:

- la longueur et le temps de parcours
- le nombre de noeuds couverts par un circuit
- la configuration du réseau routier.

En ce qui concerne l'évaluation du temps de parcours, nous avons distribué des pénalités aux arrêts, mais ceci n'est qu'une évaluation théorique. Pour plus de précision, il faudrait orchestrer des scénarios pour avoir une donnée exacte des temps d'arrêts.

Normalement, des pénalités devraient être attribuées à certaines routes de praticabilité intermittente. Seul l'axe Louga - Linguère est possible de cette pénalité; mais compte tenu du choix de la vitesse, nous supposons une compensation par les axes routiers de qualité meilleurs contenus dans le même circuit.

Compte tenu de certains phénomènes naturels que l'homme ne peut contrôler, il est évident que ces temps de parcours évalués doivent être acceptés avec beaucoup de réserve.

C) solutions proposées

Notre souci majeur étant l'évaluation du temps de parcours, compte-tenu des objectifs fixés lors de l'étude de la planification d'un Réseau d'acheminement Rationnel de courrier, il est évident que d'autres facteurs doivent entrer en ligne de compte pour améliorer la fiabilité liée à cette évaluation. Il nous faut donc augmenter le niveau de fiabilité mais en quoi faisant ? Nous allons essayer de répondre à cette question en proposant la détermination de certains facteurs très importants tels :

- La Probabilité de service
- La loi de Distribution du temps de parcours entre une ville i et une ville j
- Les quantités de courrier (p, v) entre une ville i et une ville j .
- La loi de Probabilité de panne (panne mécanique, crevaison)
- La loi de distribution du temps de réparation
- La Probabilité des accidents de parcours.

La détermination de tous ces facteurs relève d'un établissement des données quotidiennes en vue d'une meilleure évaluation

d) Analyse de l'étude économique.

Il est évident que le fait d'assurer l'acheminement de courrier à travers les chef-lieux de département par ses propres moyens, va entraîner des coûts d'exploitation plus importants. Ceci au prix d'une régularité accrue. D'après les calculs effectués, l'acheminement à travers ces chef-lieux de Région et de département, occupe 84% du Budget alloué annuellement au Transport en Privé.

Pour atténuer les coûts de Transport en Régie, on peut affecter le circuit n°5, jugé non optimal de par le nombre de nœuds qu'il couvre (deux (2)), au Transport en Paire tout en veillant à ce qu'il soit assuré au rythme minimal d'une fois tous les deux jours.

Mais en raisonnant d'une autre manière, on peut persister à faire assurer ce circuit par le Transport en Régie. Effectivement, avec l'avènement de l'émigration, les points de demande que sont Bakel et Matam sont très sollicités; il y a la nécessité d'affecter à ce circuit un véhicule.

Nous préconisons de continuer à faire assurer l'acheminement à travers les Arrondissements et les points les reculés par le Transport en Paire. Ceci tenant compte de la praticabilité intermittente des routes conduisant à ces points.

En guise de conclusion, nous pouvons dire que bien que le transport en Régie puisse générer des coûts nettement supérieurs à ceux du Transport en Paire pour la desserte des points de demande que sont les chef-lieux de département et de Région, il demeure le meilleur moyen, par sa régularité, pour l'atteinte des objectifs que s'est fixés l'O.P.C.E.

CONCLUSIONS

L'analyse des résultats obtenus nous permet de dire que dans une large mesure, les objectifs fixés sont atteints avec une grande marge de sécurité.

En effet, en adoptant la distribution simultanée sur les chef-lieux de Région et les chef-lieux de département, on assure un acheminement du courrier sur une bonne partie de ces points de demande en moins de vingt quatre heures (24H). Notons que ces circuits principaux qui englobent tous les chef-lieux de Région, assurant ainsi l'atteinte de l'objectif premier, sont le circuit n°1, le circuit n°2 et le circuit n°3. Les circuits n°4 et n°5 assurent la liaison entre deux chef-lieux de Région et leurs chefs de département respectifs.

Bien qu'engendrant des investissements financiers et humains assez importants, le Transport en Régie, vu sa régularité, est le meilleur moyen nous permettant d'atteindre les objectifs fixés.

Le Transport en Privé pouvant continuer à assurer l'acheminement du courrier sur les points de demande tertiaires que sont les Arrondissements et certaines localités mal desservies par le Réseau national. Pour ce qui est de l'évaluation du temps de parcours, il y a d'autres facteurs que nous ne maîtrisons pas et qui entrent en ligne de compte, tels les phénomènes naturels.

Il est évident que la solution proposée est un choix dont l'optimisation ne peut découler que des résultats obtenus de la pratique. En effet, les circuits utilisés peuvent être améliorés quotidiennement et l'établissement d'une banque de données. Nos recommandations

qui suivent doivent être toutes mises en pratique afin d'améliorer réellement l'acheminement du courrier à Travers le Sénégal. Elles auront aussi un apport considérable dans la détermination du budget annuel qu'il faudra allouer au Transport en Régie.

RECOMMENDATIONS

1. Détermination de la Probabilité de service: elle est liée à la détermination du temps d'attente aux Chef-lieux de Région et de département
2. La loi de distribution du temps de parcours entre une ville i et une ville j .
3. La quantité, en Volume ou Poids, de courrier entre une ville i et une ville j
4. La loi de probabilité de Pannes (Panne mécanique, crevaison)
5. La loi de distribution du temps de réparation
7. Détermination de la consommation de carburant
8. Relevé des compteurs kilométriques au départ et à l'arrivée, ainsi que des temps de départ et d'arrivée en chaque ville.

Bibliographie

1. Richard C. Larson / Amedeo R. O'Donl: "Urban Operations Research" Prentice Hill, 1981, Inc, Englewood Cliffs, N.J. 07632.
2. A. Kruefmann: "Méthodes et modèles de la Recherche Opérationnelle - Tome 1" Dunod, Paris, 1962.
3. A. Kruefmann: "Méthodes et modèles de la Recherche Opérationnelle - Tome 2" Dunod, Paris, 1964.
4. Philippe - Eric Landry: "Adaptation d'un Algorithme de Découpage Zonal et d'optimisation de Parcours Au système de Distribution Postale": Ecole Polytechnique de Montréal. Mémoire Présenté en vue de l'obtention du Grade de Maître-es-Sciences Appliquées (M.Sc.A): Février 1982.
5. Benjamin Thomas SMITH: "Introduction à la Théorie des Graphes et des Réseaux": Professeur Agrégé au département de Génie Industriel; Ecole Polytechnique de Montréal. Septembre 1982.
6. E.P.M.: "Éléments du Rapport de Fin d'Études"

ANNEXES

DIRECTION DES POSTES
DIVISION DES AFFAIRES GENERALES
BUDGET - COMPTABILITE

Annexe 1:
"Situation Actuelle"

un exemplaire à
Tourcoing le 17/11/86

- chef Du
- chef Bureau à 26/10

ROUTE

PROGRAMME FINANCIER DU COUT DU TRANSPORT COURRIER PAR
EXERCICE 1986-1987

DURÉE ANNUELLE ... = 40 000 000 ... AU S/C ... 6201

Coût des Conventions = 41 874 000
Décaissement = 1 824 000

866

NUMERO CONVENTION	DATES	NOM et PRENOMS DES TRANSPORTEURS	LIAISON ASSUREE	KM	FREQUENCE	MONTANT		OBSERVATIONS
						Mensuel	Annuel	
SOUSCRIPTIONS DE 1980-1985 EXPIRANT LE 30-06-87								
033	18-05-84	Boubou Diallo	Bakel / Diawara	225	14 fois p/ semaine	20 000	96 000	effet en saison hivernale
034	01-06-84	Ousmane Gaye	Ndaude / Gare		Horaires Trains	20 000	240 000	
035	17-11-84	Omar Seck	Zehé / Port / Aéroport		Horaires Bateau / Avions	50 000	600 000	
036	01-02-85	Mamadou Sauba Sow	Kaolack / Tamba	295	3 fois p/ Sem	112 000	4 944 000	
037	29-03-85	Salif Baldé	Kolda / Aéroport		Horaires Avions	15 000	180 000	6060 000 => 14,55%
SOUSCRIPTIONS DE 1985-1986 EXPIRANT LE 30-06-88								
038	12-06-85	Mamadou Camara	Kidira / Gare		Horaires Trains	15 000	180 000	
039	-	Docounda Coukhou	Kédougou / Saraya	60	12 fois p/ semaine	60 500	726 000	
040	25-06-85	Abdou Silaye Mboj	Matam / Doudou	45	3 fois p/ semaine	55 000	660 000	
						TOTAL	17 626 000	

DIRECTION DES POSTES
DIVISION DES AFFAIRES GENERALES
BUDGET - COMPTABILITE

PROGRAMME FINANCIER DU COUT DU TRANSPORT COURRIER PAR
 EXERCICE
 DOTATION ANNUELLE AU S/C

888

NUMERO CONVENTION	DATES	NOM et PRENOMS DES TRANSPORTEURS	LIAISON ASS. EE	KM	FREQUENCE	MONTANT		OBSERVATIONS
						Mensuel	Annuel	
						Report	7 626 000	
041	28-06-85	Louty Sarr	Saldé / Gabon (embauché)		Itéraire postale	15 000	180 000	
042	14-11-85	Moussa Diaw	Kaolack / Niou / Zehé	278	13 fois p/ Semaine	100 000	4 800 000	
043	15-05-86	Amar Sarr	Kaolack / Sokne / Banjul	110	"	200 000	2 400 000	8906 000 => 21,070
SUBSCRIPTIONS DE 1986-1987 EXPIRANT LE 30-06-89								
044	10-08-86	Zeynil Abissou Tawdia	Mataam / Bakel / Kiserai	213	12 fois p/ semaine	209 000	2 508 000	
045	"	Moussa Coulibaly	Saint Louis / Podor	197	3 fois p/ semaine	175 000	2 100 000	
046	"	Mamadou "	Podor / Mataam	208	"	200 000	2 400 000	
047	"	Ibrahima Fall	Tiraouane / Mboro	25	Jours ouvrables	53 000	996 000	
048	"	Mme Sokhna B. Diop	Mékhé / Thilmakha	44	3 fois p/ semaine	21 000	858 000	
						TOTAL	23 868 000	

OFFICE DES POSTES ET TELECOMMUNICATIONS DU SENEGAL

DIRECTION DES POSTES
DIVISION DES AFFAIRES GENERALES
BUDGET - COMPTABILITE

PROGRAMME FINANCIER DU COUT DU TRANSPORT COURRIER PAR
 EXERCICE AU S/C

886

NUMERO CONVENTION	DATES	NOM et PRENOMS DES TRANSPORTEURS	LIAISON ASSUREE	KM	FREQUENCE	MONTANT		OBSERVATIONS
						Mensuel	Annuel	
049	08-86	Malang Kébouté Sagna	Zchr. Rignona/Kol		3 fois p/ Semaine	250 000	3 000 000	
050	"	Amadou Diello dit Doudou	Richard Toll / Assodouane		3 fois p/ Semaine	15 000	180 000	
051	"	Kalidou dit Tawad Sy	Cassas / Médina Ndiangbe	18	Jours "Postale"	22 500	270 000	
052	"	Sega Karle	Tamba / Goudiry / Kidica	111	2 fois p/ Semaine	160 000	1 920 000	
053	"	Amadou Silique Diop	Tamba / Valingara / Kolda	286	3 fois p/ Semaine	165 000	1 980 000	
054	"	"	Tamba / Médina Gounass	82	3 fois p/ Semaine	90 000	1 080 000	
055	"	Cheikh Ndiaye	Dioucheb / Badié / Dabon	130	3 fois p/ Semaine	200 000	2 400 000	
056	"	Bella Ndiaye	Louga / Dabon / Linguère	122	3 fois p/ Semaine	200 000	2 400 000	
057	06-08-86	Amadou Moussa Bâ	DEMETH / AERELAO		2 fois p/ Semaine	25 000	300 000	
								TOTAL 37 398 000

Raport 23 868 000

172

DIRECTION DES POSTES
DIVISION DES AFFAIRES GENERALES
BUDGET - COMPTABILITE

PROGRAMME FINANCIER DU COUT DU TRANSPORT COURRIER PAR

EXERCICE

DOTATION ANNUELLE AU S/C

889

NUMERO CONVENTION	DATES	NOM et PRENOMS DES TRANSPORTEURS	LIAISON ASSUREE	KM	FREQUENCE	MONTANT		OBSERVATIONS
						Mensuel	Annuel	
058 th	06-08-86	Balla Ndiaye	Koubaer / Mbacké	90	3 fois / semaine	90 000	1 080 000	
059 th	"	Port Autonome Dks	Dakar / Gorée		Jours ouvrables	1 000	12 000	Transport Maritime
060 th	"	Massoud Babby	Rodor / Aerodrome		Jours "Aérien"	15 000	180 000	
061 th	"	Guéladio Siby	Dembay Kane / Thiagniel		Jours "Postale"	15 000	180 000	
062 th	"	Issa Taméya	Tamba / Kédougou	233	2 fois / semaine	180 000	1 440 000	
063 th	"	Charquibe Bahuyou	Tamba / Aér / route		Jours "Aérien"	25 000	300 000	
064 th	"	Quamane Lathie Ndiaye	Kédougou / A / route		"	25 000	300 000	
065 th	"	Mamadou Fall	Bigueoua / Diourbel / route	54	2 fois / semaine	110 000	480 000	
066 th	08-09-86	Malang Koutoudio	Tanaff / Sedhiou		3 fois / semaine	25 000	300 000	
067 th	10-11-86	Djiby Minna Ba	Matam / Aerodrome		Jours "Aérien"	18 000	216 000	

14 874 000

72

OFFICE DES POSTES ET TELECOMMUNICATIONS DU SENEGAL

DIRECTION DES POSTES
 DIVISION DES AFFAIRES GENERALES
 BUDGET - COMPTABILITE

PROGRAMME FINANCIER DU COUT DU TRANSPORT COURRIER PAR
 EXERCICE
 DOTAION ANNUELLE AU S/C

NUMERO CONVENTION	DATES	NOM et PRENOMS DES TRANSPORTEURS	LIAISON ASSUREE	KM	FREQUENCE	MONTANT		OBSERVATIONS
						Mensuel	Annuel	
							Report	23 868 000
049	04-08-86	Mamadou Kebeute Sagna	Zehr Bignona/Ki	154	3 fois p/ Semaine	250 000	3 000 000	
050	"	Amadou Diakho dit Doudou	Richard Toll / Pesobour	-	"Sous aviation"	15 000	180 000	
051	"	Kalidou dit Tawad Sey	Cassas / Medina Ndiaye	48	Jours "Postale"	22 500	270 000	
052	"	Sega Kante	Tamba / Goudiry / Kidisa	111	2 fois p/ Semaine	160 000	1 920 000	
053	"	Amadou Silaye Diop	Tamba / Valingara / Kolda	226	3 fois p/ Semaine	165 000	1 980 000	
054	"	"	Tamba / Medina Goumass	82	3 fois p/ Semaine	90 000	1 080 000	
055	"	Chaikh Ndiaye	Diourbel / Bockel / Dabon	130	2 fois p/ Semaine	200 000	2 400 000	
056	"	Balla Ndiaye	Louga / Dabon / Linguere	122	3 fois p/ Semaine	200 000	2 400 000	
057	06-08-86	Mamadou Moussa Ba	DEMETH / AERELAO		2 fois p/ Semaine	25 000	300 000	
							TOTAL	37 398 000