Affectation des investissements en infrastructures de transports et aménagement de l'espace. Le cas de programmation d'investissements de routes locales dans le développement rural de la province de Java-Est, Indonésie

Sujana Royat

▶ **To cite this version:**

Sujana Royat. Affectation des investissements en infrastructures de transports et aménagement de l'espace. Le cas de programmation d'investissements de routes locales dans le développement rural de la province de Java-Est, Indonésie. Sociologie. Ecole Nationale des Ponts et Chaussées, 1989. Français. NNT : . tel-00529717

HAL Id: tel-00529717
https://pastel.hal.science/tel-00529717

Submitted on 29 Oct 2010

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

NS 14744
(T1)(4)
X

ÉCOLE NATIONALE DES PONTS ET CHAUSSÉES

PARIS

AFFECTATION DES INVESTISSEMENTS EN INFRASTRUCTURES DE TRANSPORTS ET AMÉNAGEMENT DE L'ESPACE

Le cas de programmation d'investissements de routes locales dans le développement rural de la province de Java-Est, Indonésie

Thèse pour obtenir le Titre de
Docteur de L'Ecole Nationale des Ponts et Chaussées
en Economie des Transports

TOME I : THÈSE

présentée par :

SUJANA ROYAT

Soutenue publiquement le 6 Mars 1989
devant le Jury composé de :

Président du jury et rapporteur	: Monsieur Gabriel DUPUY Professeur à l'Université Paris XII Val-de-Marne.
Directeur de Thèse	: Monsieur Emile QUINET Professeur à L'Ecole Nationale des Ponts et Chaussées.
Rapporteur	: Monsieur Xavier GODARD Directeur de recherche à l'INRETS.
Examinateur	: Monsieur Michel SAVY Professeur Adjoint à L'Ecole Nationale des Ponts et Chaussées.

E.N.P.C.
DOC04011

26

REMERCIEMENTS

Cette thèse n'aurait pu être mis à jour sans le soutien et l'aide des plusieurs confréres, maitres, et institutions.

C'est pour cette raison que je tiens à exprimer ma gratitude et adresser mes remerciements à Monsieur Emile QUINET, Professeur à l'Ecole Nationale des Ponts et Chaussées à Paris, pour avoir dirigé cette thèse, sans qui la réalisation de ce travail aurait été impossible. Son soutien,ses remarques ainsi que ses encouragements m'ont aidé à réaliser ce travail.

J'exprime également mes sincères remerciements à Monsieur Gabriel DUPUY, Professeur à l'Université de PARIS XII Val-de-Marne, non seulement d'avoir accepté de présider le jury, mais surtout de m'avoir aidé dans ma recherche pendant l'année de Diplôme d'Etudes Approfondies.

Je tiens également à remercier à Monsieur Michel SAVY, Professeur adjoint à l'Ecole Nationale des Ponts et Chaussées, d'avoir accepté de sieger dans le jury et de m'avoir aidé pendant mes recherches scientifiques dans cette école, et à Monsieur Xavier GODARD, Directeur de recherche à l'INRETS, d'avoir aussi accepté d'être le rapporteur de cette thèse et de sieger dans le jury.

Mes remerciements vont également à toutes les personnes de l'Ecole Nationale des Ponts et Chaussées pour leur collaboration et leur accueil amical, qui m'ont permis de passer une période de recherche scientifique inoubliable dans cet établissement.

Je tiens aussi à exprimer mes remerciements à Monsieur Michel PRUNIER ancien Directeur de l'Ecole Nationale des Travaux Publics de l'Etat (ENTPE) à Lyon, qui m'a encouragé à effectuer mon perfectionnement scientifique et professionnel en France.

J'exprime mes remerciements au Gouvernement Français qui m'a confié une bourse pendant mes études de doctorat en France, et aux personnels du CROUS de PARIS, notamment la section III,pour son accueil et son soutien chaleureux pendant mes études en France.

J'exprime ma gratitude et mes remerciements à Monsieur Suhardja TJAKRADIPURA, ancien directeur du centre de formation et d'encadrement des personnels du Ministère des Travaux Publics de l'Indonésie, qui m'a encouragé

à effectuer le programme de doctorat en France.

Que Monsieur Pierre COURTILLY, enseignant de Français, soit également remercié pour ses conseils linguistiques durant la rédaction de cette thèse.

Mes remerciements aussi à mes collégues de la Direction de Planification Urbaine et Régionale - Ministère des Travaux Publics de l'Indonésie, qui m'ont soutenu moralement et m'ont fourni de matériaux et données nécessaires à la réalisation de cette thèse.

Mes remerciements vont également à mes collégues de l'Association des Anciens Stagiaires du Ministère des Travaux Publics de l'Indonésie en France (ASITRAPU), qui m'ont soutenu et m'ont encouragé de continuer à effectuer le programme de doctorat à l'Ecole Nationale des Ponts et Chaussées.

J'exprime ma profonde gratitude à ma mère, ma femme Sutji, et mes enfants Jati et Yudha, qui avec leur patience, leur affection, leur amour et leur encouragement, m'ont soutenu durant les années passées en France avec beaucoup d'optimisme et m'ont aidé à mener à bien cette thèse.

Enfin, mes remerciements vont également aux personnes qui ne sont pas mentionnées ici, mais dont le soutien m'a aidé à réaliser ce travail.

RESUME.

Les approches actuelles de choix d'investissements en infrastructures de transports mettent surtout l'accent sur la réduction de coûts de transports comme critère unique de sélection d'investissements rentables.

De plus, ces approches s'appuient souvent sur les conditions et réalités socio-économiques des pays développés et qui sont très différentes de celles des pays en développement.

Pourtant, à l'heure actuelle, la réduction de coûts de transport n'est plus le seul objectif recherché lors de la réalisation d'un projet en infrastructures de transports.

Elargissement du marché; facilité d'accès à des endroits éloignés, propagation du développement vers les régions moins développées et développement spatial harmonieux, sont autant d'effets importants que doivent entraîner les infrastructures de transports, par leur rôle de formation et d'aménagement de l'espace.

Pour les pays en développement, de telle approches d'évaluation des investissements en infrastructures de transports doivent aussi être adaptables à la résolution de problèmes propres à ces pays, tels que : dichotomie du secteur moderne et du secteur traditionnel ou dichotomie urbain - rural, étroitesse des marchés de produits agricoles et d'industries artisanales, limitations de budgets d'infrastructures, et répartition spatiale inégale des infrastructures et équipements sociaux.

Pour ces raisons, cette étude se propose d'élaborer la procédure AFFINAE : d'affectation des investissements en infrastructures de transports par référence à l'aménagement de l'espace.

Cette procédure considére les infrastructures de transports comme instruments d'aménagement de l'espace. Elle se concentre sur la disparité de niveaux de services des infrastructures de transports entre les régions. Cette disparité est d'ailleurs considérée comme cause importante du développement inégal entre les régions, problème fondamental de l'aménagement de l'espace dans les pays en développement.

L'application de cette procédure au cas de programmation des investissements de routes locales en province de Java-Est en Indonésie a permis de trouver une efficacité suffisant pour l'affectation spatiale de budgets disponibles, particulièrement dans une situation de limitation budgétaire pour réaliser les targets

d'investissements correspondants.

Néanmoins, un développement ultérieur de cette procédure est indispensable pour qu'elle soit plus performante au niveau de conception et des résultats. L'amélioration de la conception des variables prises en compte adaptées aux situations des pays en développement et du mode de calcul aux programmes d'optimisation dans cette procédure pourra être un sujet à aborder dans des recherches ultérieures.

MOTS CLES : TRANSPORTS, INFRASTRUCTURES, INVESTISSEMENTS ROUTES, AMENAGEMENT DE L'ESPACE, DEVELOPPEMENT REGIONAL, PAYS EN VOIE DE DEVELOPPEMENT, INDONESIE.

SUMMARY

The current approaches in investments economic evaluation for transport infrastructures seem to take into account in transport cost reductions or savings as the main criteria to achieve profitable investments.

The role of a transport infrastructure and its effects on spatial organization and development are more often then not neglected.

It also seems that such approaches are elaborated through focusing on social and economical situations that are typical of developed countries rather than of developing countries.

However, in recent years, the spatial impacts or effects are regarded in the realizing of transport infrastructure construction and improvement projects.

From a spatial point of view, transport infrastructures must be emphasized as an instrument for spatial development. It is vital to stress on such effects as ; market extensions, an increased accessibility to farther centres or social amenities, the induction of development into unprivileged regions and the levelling of spatial development from a region to the next.

For these approches to adjust to developing countries, they must be ables to address such problems as the modern/traditional or urban/rural dichotomy, market restrictions for some agricultural and industrial domestic products, restrictions in governmental budgetting and the inbalanced spatial distribution of infrastructures and social facilities.

So, in view of the arguments above, this study proposes an allocating procedure for transport infrastructure investments (the AFFINAE procedure). Spatial development and equilibrating the disparity in transport infrastructure service levels among regions are taken into account in the AFFINAE procedure. This disparity problem is regarded as the main cause for an unbalanced spatial organization in developing countries.

The application of the AFFINAE procedure to a rural local road project in East Java, Indonesia, seems to offer adequate effectiveness, especially with regarded to restricted governmental budgets, to realize the corresponding projects or targets. This constraint is very often encountered in transport investment programming in developing countries.

TABLE DES MATIERES

page

Liste de Tableaux. ix

Liste de Figures. xii

Chapitre I. INTRODUCTION 1

1.1. Thème et portée de l'étude 1

1.2. Objectif de l'étude 6

1.3. Hypothèse générale 7

1.4. Méthodologie de l'étude 12

1.4.1. Approche de l'étude 13

1.4.2. Présentation de l'étude 15

Chapitre II. TRAVAUX ANTERIEURS SUR LES MODELES DE CHOIX DES INVESTISSEMENTS EN INFRASTRUCTURES DE TRANSPORTS : RAPPELS THEORIQUES ET ANALYSE DU POINT DE VUE DE L'ESPACE 17

2.1. Intervention des Pouvoirs Publics et types d'approche en matière de choix des investissements en infrastructures des transports 17

2.2. Types d'approche selon les modèles de choix d'investissements en infrastructures de transports 22

2.2.1. Modèles de choix d'investissements en fonction de la rentabilité partielle de l'infrastructures en question 24

page

2.2.1.1. Modèles de choix d'investissements en transports en fonction des variations du surplus collectif (approche néo-classique) 26

(1). Approche en fonction des avantages en transports 26

(2). Approche en fonction des variations de la production 29

2.2.1.2. Modele de choix d'investissements par approche des effets 31

2.2.2. Modèles de choix d'investissements en transports par évaluation globale 35

2.2.2.1. Modèles par optimisation sous contraintes 36

2.2.2.2. Modèles d'évaluation d'investissements en transports par analyse multi-critère 42

(1). Modèle d'analyse multi-critère par la méthode des rangs : principes de base... 43

(2). Analyse multi-critère par la règle de surclassement... 46

2.3. Apercu général des modèles de choix en infrastructures de transports du point de vue de la formation de l'espace dans les pays en développement 50

2.3.1. Formation et structure de l'espace dans les pays en développement 50

2.3.2. Analyse des performances de modèles de choix d'investissements en transports du point de vue de la prise en compte du facteur de de l'espace et de l'application aux pays en développement 56

2.3.2.1. Modeles des investisseements de transports par approche partielle d'évaluation 56

page

(1). Modèles neo-classiques par approche des avantages de transports : un modèle a-spatial 56

(2). Modèles par approche des effets : un modèle accentué aux effets économiques 58

2.3.2.2. Modèles de choix des investissements en transport par approche globale d'évaluation 62

(1). Modèles par optimisation sous-contraintes : un modèle spatialement complexe 63

(2). Modèles par approche multi-critère : un modèle à la subjectivité des agents 66

2.4. Conclusion du chapitre II..... 69

Chapitre III. PRINCIPES D'AFFECTATION DES INVESTISSEMENTS EN INFRASTRUCTURES DE TRANSPORTS DANS L'AMENAGEMENT DE L'ESPACE DES PAYS EN DEVELOPPEMENT 74

3.1. Introduction 74

3.2. Principes de base d'affectation des investissements en infrastructures de transports dans l'espace 75

3.2.1. Infrastructures de transports comme instrument de l'aménagement de l'espace : quel mécanisme ? 75

3.2.2. Concept d'accessibilité spatiale 79

3.2.2.1. Indicateur d'accessibilité spatiale 82

3.2.3. Modèle théorique de l'affectation optimale des ressources dans l'espace : base de la procédure à élaborer ... 89

3.2.3.1. Politique d'investissements publics par référence à l'aménagement de l'espace dans le modèle de MOUGEOT 97

page

3.2.3.2. Catégories d'agents dans l'affectation spatiale des investissements en transports 100

3.2.4. Fonctions des Pouvoirs Publics en matière de l'affectation des investissements de transports dans l'espace 102

3.3. Principes d'affectation des investissements en infrastructures de transports par rapport à l'aménagement de l'espace des pays en développement 105

3.3.1. Problématique retenue pour l'aménagement de l'espace et le développement régional dans les pays en développement 105

3.3.2. Objectif de programmation des investissements en infrastructures de transports dans l'aménagement spatial : équilibrage de niveau de services 109

Chapitre IV. ELABORATION DE LA PROCEDURE "AFFINAE": AFFECTATION DES INVESTISSEMENTS D'INFRASTRUCTURES DE TRANSPORTS DANS LE CADRE D'AMENAGEMENT DE L'ESPACE DES PAYS EN DEVELOPPEMENT 115

4.1. Contenu général de la procédure AFFINAE 115

4.2. Considérations et objectif généraux de la procédure AFFINAE 119

4.2.1. Problème général retenu 119

4.2.2. Objectif principal de la procédure AFFINAE 121

4.3. Considérations de la procédure AFFINAE 122

4.4. Etapes de la procédure AFFINAE 130

4.4.1. Formulation d'un objectif d'affectation optimale des investissements en infrastructure de transports dans les régions 130

page

4.4.1.1. Indicateur du niveau de service de l'infrastructures de transport dans une région 130

(1). relation du niveau de service [E(kj)] à la longueur d'infrastructure k [l(kj)].. 133

(2). Relation entre E(kj) et superficie de la région j .. 134

(3). Relation entre E(kj) et le volume de trafic sur l'infrastructure k [Q(kj)].. 135

4.4.1.2. Mesure de la disparité des niveaux de services d'infrastructures de transports dans les régions 138

4.4.2. Formulation des targets d'aménagement d'infrastructures de transports dans les régions (programme OPTAR) 142

4.4.3. Sous-procédures d'affectation optimale des investissements dans les régions et sur les troncons d'infrastructures de transports 149

4.4.3.1. Sous-procédure d'affectation régionale des investissements en infrastructures de transports (programme OPTREG) 153

(1). Fonction d'objectif de l'OPTREG 153

(2). Contraintes de l'OPTREG 156

(3). Conditions d'optimum dans le programme OPTREG 168

(4). Résolution du programme OPTREG 174

4.4.3.2. Sous-procédure d'affectation des investissements sur les sections d'infrastructures de transports ou programme OPTSEC 180

(1). Fonction d'objectif du programme OPTSEC 180

page

(2). Contraintes du programme OPTSEC 184

(3). Résolution du programme OPTSEC 190

4.4.3.3. Elaboration de la procédure AFFINAE dans le cadre temporel... 191

4.4.4. Mesure de la degré d'efficacité d'affectations dans la procdure AFFINAE 194

4.4.4.1. Degré d'efficacité par rapport à la réalisation de l'objectif de procédure AFFINAE 195

4.4.4.2. Degré d'efficacité par rapport à la disponibilité budgétaire 200

4.5. Application de la procédure AFFINAE à un problème concret 206

Chapitre V. APPLICATION DE LA PROCEDURE AFFINAE AU CAS TRAITE 208

5.1. Présentation générale du cas à traiter 209

5.1.1. Situations socio-économiques : un développement régional inégal 210

5.1.2. Infrastructures routières et réseaux de routes locales : un réseau mal réparti 218

5.1.3. Aménagement du territoire et aménagement de routes locales dans la province de Java-Est 228

5.1.3.1. Aménagement du territoire : une priorité pour le développement harmonieux 228

5.1.3.2. Aménagement de routes locales : améliorer l'accès aux régions rurales 229

5.2. Application de la procédure AFFINAE dans la programmation quinquennale d'investissements de routes locales pour

page

la période de 1980/81 à 1984/85 dans la province de Java-Est 236

5.2.1. Formulation du problème à traiter ... 236

5.2.2. Détermination des sections de routes locales à traiter dans chaque période : base de programmation d'investissements 237

5.2.3. Préparations de données disponibles.. 242

5.2.4. Application et résultats étape par étape 246

5.2.4.1. Calcul des niveaux de service des infrastructures de routes locales et de disparité dans les districts de la province de Java-Est 246

5.2.4.2. Formulation de targets d'aménagement : programme OPTAR.. 249

5.2.4.3. Fonctionnement et résultats du programme OPTREG 252

5.2.4.4. Fonctionnement et résultats du programme OPTSEC 259

5.2.4.5. Mesures d'efficacité d'affectation optimale de budgets d'aménagement de routes locales 263

5.3. Interprétations des résultats d'application du point de vue de l'aménagement de l'espace de la province de Java-Est 272

5.3.1. Interprétations du point de vue du développement de régions défavorisées 275

5.3.2. Interprétations du point de vue du développement du secteur agricole dans les régions rurales 277

5.3.3. Interprétations du point de vue de la constitution d'accès de routes locales au réseau routier global de la province de Java-Est 281

page

Chapitre VI. CONCLUSIONS GENERALES ET DEVELOPPEMENTS AVANCES DE L'ETUDE .. 284

6.1. Limitations de méthodes actuelles de choix d'investissements en infrastructures de transports par rapport aux réalités socio-économiques actuelles 285

6.1.1. Limitations du point de vue de la prise en compte d'interrelations du secteur de transports et des autres secteurs socio-économiques 286

6.1.2. Limitations du point de vue de l'application des approches actuelles aux pays en développement . 289

6.1.3. Limitations du point de vue de la prise en compte de facteur spatial 292

6.2. Portée et limites de la procédure AFFINAE .. 293

6.3. Application de la procédure AFFINAE au cas traité 297

6.3.1. Efficacité des résultats de l'application 297

6.3.2. Limites d'application de la procédure AFFINAE 299

6.4. Développement avancé de la procédure AFFINAE et recherches ultérieures 300

BIBLIOGRAPHIES 302

****

LISTE DE TABLEAUX

			page
1.	Tableau 2.1.	Résumé général des modèles de choix d'investissements de transports du point de vue de la prise en compte de l'espace et de l'application aux pays en développement.....	73
2.	Tableau 3.1.	Distribution des provinces en Indonésie par rapport au niveau d'inégalité de développement et au niveau de pauvreté régionale	108
3.	Tableau 3.2.	Répartition des types de dépenses d'infrastructures routières en fonction du PIRB national dans quelques pays ...	113
4.	Tableau 5.1.	Evolution de la structure du Produit Interieur Régional Brut de la province Java-Est en 1975 et en 1980	212
5.	Tableau 5.2.	Voyageurs et marchandises transportés par les modes de transports dans la province de Java-Est, 1980	219
6.	Tableau 5.3.	Condition de réseaux routiers de la province de Java-Est, en 1980	221
7.	Tableau 5.4.	Types de surfaces de réseaux routiers de la province de Java-Est, 1980	221
8.	Tableau 5.5.	Répartition des contributions budgétaires d'aménagement de routes locales dans la province Java-Est dans la période 1980 - 1985	232

page

9. Tableau 5.6. Pourcentage de sections de routes locales à aménager selon leur condition de service dans les districts non-urbains de la province Java-Est période 1979/1980 239

10. Tableau 5.7. Nombre de sections de routes locales à aménager dans les districts non-urbains de la province Java-Est période 1979/80 240

11. Tableau 5.8. Sélection de sections à aménager satisfaisant au rapport volume/ capacité supérieur à 80 % dans les périodes correspondantes .. 241

12. Tableau 5.9. Nombre de sections ayant le rapport v/c supérieur à 80 % et nécessitant à aménager par districts pour toutes périodes déterminées 243

13. Tableau 5.10. Données utilisées aux variables prises en compte de l'application de la procédure AFFINAE au cas de programmation de routes locales de la province de Java-Est 245

14. Tableau 5.11. Niveaux de services d'infrastructures de routes locales dans la province de Java-Est pour la période 1980/81 - 1984/85 247

15. Tableau 5.12. Disparité des niveaux de services de routes locales entre les districts de la province de Java-Est par période 248

16. Tableau 5.13. Targets optimaux selon les deux types d'aménagement (résultats du programme OPTAR) de la province de Java-Est 250

17. Tableau 5.14. Targets d'investissements de routes locales selon les types d'aménagement concernés dans la province Java-Est de la période 1980/81 à 1984/85 252

page

18. Tableau 5.15. Affectation des investissements optimaux à deux types d'aménagement concernés dans la province de Java-Est par période 257

19. Tableau 5.16. Longueur totale à aménager dans la province de Java-Est par période 262

20. Tableau 5.17. Variation de taux de disponibilité budgétaire pour l'aménagement de routes locales en province Java-Est, période 1980/81 - 1984/85 268

21. Tableau 5.18. Corrélations linéaires de budgets affectés à la productivité de riz dans les districts de la province de Java-Est à la période 1984/85 278

****

LISTE DE FIGURES

		page
1. Figure 3.1.	Réseau à interrelation homogène (réseau maillé)	80
2. Figure 3.2.	Réseau à interrelation hétérogène (réseau non maillé)	81
3. Figure 3.3.	Connexité d'un réseau	83
4. Figure 3.4.	Niveau de développement et connectivité de réseau ferroviaire	85
5. Figure 3.5.	Relation de types de dépenses d'infrastructures routières au PIB national dans quelques pays	114
6. Figure 4.1.	Relation E(kj) et L(kj)	134
7. Figure 4.2.	Relation E(kj) et S(j)	135
8. Figure 4.3.	Relation entre E(kj) et Q(kj) .	136
9. Figure 4.4.	Evolution de la disparité régionale en relation aux phases de développement national	140
10.Figure 4.5.	Evolution de la disparité régionale des niveaux de services d'infrastructures de transports dans l'ensemble de R régions dans les périodes déterminées .	197
11.Figure 4.6.	Affectation budgétaire selon les types d'aménagement par rapport aux revenus des régions considerées	199
12.Figure 4.7.	Affectation budgétaire selon les types d'aménagement par rapport aux niveaux de services d'infrastructures de transports des régions	199

page

13.Figure 4.8.	Disponibilité budgétaire par rapport aux targets réalisés pour chacun des types d'aménagement correspondants ..	202
14.Figure 4.9.	Disponibilité budgétaire par rapport aux targets réalisés sur tous les types d'infrastructures considérées..	204
15.Figure 4.10.	Disponibilité budgétaire par rapport aux targets réalisés dans chacune des régions considérées	205
16.Figure 5.1.	Distribution géographique de la population en province de Java-Est, 1980	213
17.Figure 5.2.	Disparité des équipements scolaires et de santé en province de Java-Est,1980 ..	214
18.Figure 5.3.	Distribution d'industries manufacturiers en province de Java-Est, 1980	216
19.Figure 5.4.	Disparité du Produit Interieur Régional Brut par capita dans la province de Java-Est, 1980..	217
20.Figure 5.5.	Condition de routes locales dans les districts de la province de Java-Est,1980	222
21.Figure 5.6.	Réseaux routiers primaires en province de Java-Est,1980 ..	224
22.Figure 5.7.	Développement de flux de trafic en province Java-Est de 1975 à 1980	225
23.Figure 5.8.	Développement dc flux de trafic dans l'île de Java de 1975 à 1980	226
24.Figure 5.9.	Densité routière en province de Java-Est , 1980	227
25.Figure 5.10.	Régionalisation pour le développement régional de la province de Java-Est période 1979/80 - 1984/85	230

page

26.Figure 5.11. Evolution de la disparité des niveaux de services de routes de routes locales dans les périodes déterminées 265

27.Figure 5.12. Budgets affectés selon les deux types d'aménagement et croissance des revenus de la province de Java-Est durant les périodes de 1980 à 1985 265

28.Figure 5.13. Budgets affectés selon les deux types d'aménagement et variations des niveaux de services de routes locales de la province de Java-Est durant les périodes de 1980 à 1985 267

29.Figure 5.14. Disponibilité budgétaires et targets réalisés (en unité monétaire)..... 269

30.Figure 5.15. Disponibilité budgétaire et targets réalisés (en unité de longueur kilométrique) 270

31.Figure 5.16. Budgets affectés aux districts concernées selon la régionalisation fixée par la politique de développement régional de la province de Java-Est (Plan Quinquennal III) 276

****

CHAPITRE I

I N T R O D U C T I O N

1.1. Thème et portée de l'étude.

La nécessite d'une interprétation spatiale de toute politique économique s'est imposée durant la période de développement national faisant suite à la deuxième guerre mondiale. Les politiques économiques antérieures n'avaient en effet pas tenu compte de problèmes lies à l'espace. L'industrialisation est souvent considérées, tant dans les pays industrialisés que dans les pays en voie de développement, comme la cause des problèmes de disparité régionale. En accord avec la position de J.F.WILLIAMSON (1965), il nous semble que toute décision economique ne trouve sa pertinence qu'après l'appréhension d'implications d'ordre spatial ou leur évaluation.

C'est dans cet esprit que nous avons retenu un sujet d'étude élaborant une analyse des politiques d'investissement en infrastructure de transports, par référence à l'aménagement de l'espace dans les pays en

développement.

Pourquoi les investissements en infrastructures de transports ? Pourquoi l'aménagement de l'espace et pourquoi les pays en développement. A cela trois raisons majeures que nous voulons présenter ci-dessous.

La première est que l'investissement en infrastructure de transports est partie intégrante de la politique menée dans le secteur de transports.Ce dernier joue en effet un rôle déterminant dans une économie nationale, de par l'influence qu'il a sur les autres secteurs de l'économie.

La politique de ce secteur rélève à la fois des décisions prises en matière d'infrastructures de transports et de prestations de services. Une politique d'infrastructure de transport comporte deux éléments importants : la gestion des investissementts et la tarification appliquée à ces infrastructures.

La gestion des investissements en infrastructures de transports fait, depuis des années, l'objet de nombreux débats et recherches.L'existance de prix fixes et d'effets

externes aux types d'infrastructures en présence, les restrictions budgétaires imposées par les pouvoir publics et la prise en compte de la rentabilité de ces investissements pour la collectivité rendent cette gestion à la fois délicate et intéressante.

Aussi considére-t-on ce type de gestion comme portant sur des ressources rares, en fonction d'un objectif précis englobant l'intérêt des infrastructures en question ainsi que leurs conditions restrictives.

C'est là que se situe l'interêt de notre étude. Il est certain que la gestion des investissements en infrastructures de transports, notamment celle d'infrastructure routière, exige une approche pouvant prendre en compte les intérêts de la collectivité. Cette gestion doit aussi retenir certaines contraintes, notamment celles qui sont liées aux budgets et aux capacités d'aménagement des pouvoirs publics (Etat et collectivités locales). De plus, l'existence d'effets externes et particulièrement ceux d'ordre spatial, fait de l'infrastructure de transports un élément déterminant de toute politique d'aménagement spatial.

Les méthodes actuellement utilisées en matière de choix d'investissements dans ce type d'infrastructures semblent écarter le facteur espace. Les difficultés d'évaluation des effets de l'espace de ces investissements sont souvent citées.

Il n'est pourtant pas raisonnable de séparer, comme nous enseigne l'experience, les politiques d'investissement en infrastructure de transports de l'aménagement de l'espace. La relation existant entre ceux-ci est trop importante pour être négligée de nos jours et elle constitue notre seconde raison.

C'est pourquoi de nombreuses recherches n'ont ete menées que récemment pour tenter d'améliorer les modalités de gestion des investissements dans ce type d'infrastructures en tenant compte du facteur espace et de son aménagement. De plus,ces tentatives s'appuient sur des situations et mécanismes économiques propres aux pays développes. Il semble que peu d'études sur le choix d'investissements en transports se réfèrent aux conditions et limitations rencontrées dans les pays en développement.

Les problèmes de développement de ces pays ne se limitent pas à la sous-capacité empêchant les secteurs économiques de générer une croisance des revenus. Ils rélèvent également d'une redistribution inégale dans l'espace et sur le plan social, parmi les différentes catégories de population.

En effet, les politiques de développement en vigueur dans ces pays, que ce soit en matière d'investissements, de réglementations ou d'institutions, doit à la fois tenir compte d'objectifs nationaux et des effets régionaux des politiques nationales en question.

Pour ce qui est des investissements en infrastructures de transports, il est nécessaire de les considérer, dans les pays en développement, à la fois en tant que moyen d'intervention améliorant le fonctionnement et la qualité des services de transports et qu'instrument de la politique d'aménagement de l'espace. Ils revêtent une importance particulière dans ces pays en raison des problèmes spécifiques d'espace qui y sévissent. Parmi ceux-ci, citons la dichotomie urbain/moderne, rural/traditionnel. Voici notre troisième raison.

Il ne nous semble pas que les modalités actuelles de choix d'investissements pour ce type d'infrastructure puissent prendre en compte des caractéristiques et problèmes d'espace propres aux pays en développement. D'où l'objectif de notre étude : améliorer les résultats des approches actuelles de choix d'investissement en fonction des problemes d'aménagement spatial et de contraintes budgétaires.

1.2. Objectif de l'étude.

Notre étude se propose d'élaborer une procédure d'affectation des investissements en infrastructures de transports en mettant en corrélation avec l'aménagement de l'espace. Cette procédure est également élaborée dans un cadre temporel en raison des variations dans le temps des budgets disponibles.

Elle vise aussi à définir une utilisation optimale des investissements à analyser. Pour cela, elle dégage deux grands objectifs : optimiser les budgets disponibles et équilibrer le développement dans l'espace des régions concernées.

La procédure à élaborer s'appuie sur les résultats obtenus a l'aide des procédures et modèles actuels, mais sous l'angle différent. L'élaboration de notre procédure a en effet pour objectif d'améliorer ces résultats en fonction de caractéristiques propres aux pays en développement.

Il a été constaté que les résultats de telles procédures sont aussi fonction du degré de sensibilité par rapport aux objectifs de départ. Nous associons donc une mesure de sensibilité à la procédure à mettre au point.

Dans cette étude, nous limitons principalement notre procédure au cadre de l'aménagement de l'espace. Il nous faut pour cela une hypothèse de départ pour centrer notre observation.

1.3. Hypothèse générale.

Notre hypothèse générale repose sur une observation personnelle, celle d'un planificateur d'infrastructures régionales en Indonésie, ainsi que sur celles de plusieurs auteurs.

Il apparaît que, comme il a été mentionné plus haut, les effets d'un investissement en infrastructures de transports sur l'aménagement de l'espace sont méconnus et mal appréhendées dans les approches adoptées actuellement pour ce type d'investissements.

Ils sont souvent classés comme effets secondaires lors de la réalisation d'un investissement en tranports. Ils sont également souvent retenus comme des effets non mesurables, de sorte que l'on s'arrête seulement à l'identification préliminaire sans expliquer plus avant la nouvelle structure spatiale engendrée et imposée par la réalisation de cet investissement.

Pourtant, on le comprend bien, la réalisation d'un investissement peut entraîner des effets sur le plan spatial, voire engendrer un nouveau problème spatial. L'efficacité de la réalisation d'un investissement dépend donc des conditions locales de l'espace considéré.

La mauvaise prise en compte de l'espace dans les politiques d'investissement tient, à notre avis, principalement à deux causes, notamment dans les pays en

développement .L'une vient du fait que les approches actuelles ont été en majorité mises au point pour engendrer des avantages économiques maximaux lors de la réalisation de l'investissement.Les effets spatiaux sont souvent considérés comme une implication naturelle et automatique de cette réalisation. En réalité,ils ne sont pas automatiques car ils sont fortement affectés par les conditions locales.

La deuxieme cause tient au fait que les approches actuelles ont été mises au point en se référant aux réalités socio-économiques et spatiales des pays développés.La structure et la formation de l'espace (implantation des activités et transformation de l'espace liée à l'interaction des activités) sont relativement plus équilibrées dans les pays développés que dans les pays en développement.Pour les premiers, les infrastructures et équipements ont atteint un niveau relativement suffisant par rapport à la demande et leur répartition dans l'espace est également relativement homogène sur l'ensemble du territoire. Cela implique un plus grand choix d'implantation des activités et une interaction plus poussées de ces activités permettant un développement cumulatif dans plusieurs secteurs de l'économie.

Dans les pays en développement , l'interaction des activités ne ressemble pas encore à celle que l'on trouve dans les pays développés. La présence d'un dualisme économique, a savoir l'existance de secteur modernes et traditionnels, l'insuffisance d'infrastructures et d'équipements et leur concentration empêchent d'étendre un développement cumulatif a l'ensemble du pays.

C'est pourquoi la mise en oeuvre des approches actuelles de choix des investissements dans les pays en développement exige des précautions liées aux conditions et limitations propres à ces pays.

Une précaution majeure a trait à la relation existant entre ces investissement et l'aménagement de l'espace. Dans les pays en développement,les secteurs économiques et l'espace sont en devenir. La répartition des infrastructures et équipements dans l'espace n'a pas encore atteint son équilibre.Or, les prises de décision pour ces investissements doivent tenir compte de l'aspect spatial.

De plus, les infrastructures de transports jouent un rôle d'organisateur de l'espace ; elle sont souvent considérées comme des instruments de la politique

d'aménagement de l'espace, particulièrement pour lutter contre les disparités régionales et le développement inégal de ces régions.

Une autre précaution s'impose dans la mise en oeuvre de ces approches actuelles dans les pays en développement. Elle a trait aux contraintes budgétaires qui exigent une bonne gestion des investissements. Les budgéts limités dont disposent les Pouvoirs Publics de ces pays exigent un bon fonctionnement de leur affectation ainsi que de leur répartition.

Deux remarques se dégagent donc.D'une part, l'aspect spatial, d'autre part l'aspect de contrainte budgétaire peuvent affecter le bon fonctionnement des approches adoptées dans le choix d'investissements de ce type, dans les pays en développement. C'est à partir de ces deux remarques que nous voulons faire apparaître une alternative dans les procédures de choix d'investissements de ce type, notamment en ce qui concerne l'affectation des investissements en infrastructures de transports. Cette affectation est en effet adaptable aux conditions et limitations de ces pays.

1.4. Méthodologie de l'étude.

La démarche suivie habituellement dans l'élaboration d'une procédure de choix d'investissements en transports consiste à préciser les catégories d'agents et de secteurs influencés par ces investissements.

Cette démarche se révèle erronée dans les cas où l'on élabore une procédure dont l'objectif est autre que le gain maximum d'avantages d'investissement à réaliser sur chacune des catégories d'agents et de secteurs concernés, c'est-à-dire lorsqu'il s'agit d'aménagement spatial.

Pour celà, il faut, avant d'elaborer cette procédure, analyser les interrelations existant entre les investissements à traiter et chacun des objectifs visés.

C'est pourquoi la méthodologie adoptée pour cette étude se conforme au constat que nous éxposons ci-dessous dans la partie suivante consacrée à l'approche de l'étude.

1.4.1. Approche de l'étude.

Les recherches menées sur l'élaboration d'une procédure d'affectation d'investissements appliquée aux infrastructures de transports sont en très grand nombre. Elles rélèvent également de diverses méthodes, des plus complexes à celles qui ne prennent en compte que les variations de trafic.

C'est pourquoi une telle procédure ne peut s'appliquer qu'à une situation spécifique. Il n'existe pas de procédure universelle pouvant s'appliquer à toutes sortes de situations.

Pour que la procédure à mettre au point produise de bons résultats dans une application ayant pour réaliser un objectif précis, il est donc nécessaire d'étudier les résultats obtenus à l'aide des procédures antérieures utilisées. Il faut ensuite analyser les facteurs spécifiques, qui imposent une procédure specifique ou, tout du moins, exigent une modification des procédures précédentes.

Par conséquent , notre étude reprend les deux analyses énoncées ci-dessus avant l'élaboration de notre procédure. Cette approche comporte quatre grandes parties :

- la première contient un rappel théorique des travaux antérieurs incorporés aux modèles de choix d'investissement en transports et une analyse de ces modèles du point de vue de la formation de l'espace par référence aux formes qu'elle prend dans les pays en développement;
- la deuxieme contient une analyse des principes d'affectation des investissements en infrastructures de transports dans les pays en développement tenant compte de l'aménagement de l'espace dans ces pays;
- la troisième traite de l'élaboration d'une procédure d'affectation des investissements en infrastructures de transports et tenant compte de l'aménagement de l'espace dans les pays en développement.On appele cette procédure : AFFINAE.C'est cette élaboration qui constituera l'objectif principal de notre étude;
- la quatrième contient un essai d'application de la procédure élaborée précédemment dans le cadre d'un programme d'investissement routier local en Indonésie, un pays en développement,dans le but de développer les zones rurales.Cet essai nous permet de tirer quelques conclusions sur la performance de notre procédure et particulièrement sur son

adaptabilité en situation réelle.

Le type d'approche que nous utilisons détermine aussi le mode de présentation de notre étude, qui fait l'objet de la partie suivante.

1.4.2. Présentation de l'étude.

La présentation de cette étude reprend l'approche utilisée; c'est pourquoi nous la présentons en six chapitres :

- le premier chapitre précise, dans le cadre conceptuel de notre étude, le thème, la portée, l'objectif et l'approche adoptée;
- le deuxième chapitre réunit un rappel théorique et une analyse spatiale des travaux antérieurs effectués pour les modeles de choix d'investissements de ce type ;
- le troisième chapitre aborde les principes d'élaboration d'une procédure d'affectation d'investissements de ce type au vu de l'aménagement spatial dans les pays en développement;

- le quatrième présente l'élaboration de notre procédure (procédure AFFINAE);

- le cinquieme expose un essai d'application de notre procédure au cas en question ;
- et le dernier chapitre contient la conclusion générale de notre étude ainsi qu'un propos sur la possibilité d'étendre notre procédure élaborée dans le quatrième chapitre.

CHAPITRE II

TRAVAUX ANTERIEURS SUR LES MODELES DE CHOIX DES INVESTISSEMENTS EN INFRASTRUCTURES DE TRANSPORTS :RAPPELS THEORIQUES ET ANALYSE DU POINT DE VUE DE L'ESPACE

2.1. Intervention des Pouvoirs Publics et Types d'approche en matière de choix des investissements en infrastructure de transports.

Le secteur de transports constitue un domaine privilégié d'interventions des Pouvoirs Publics ,l'Etat et les collectivités locales,en raison de son rôle et ses effets sur le développement socio-économique du pays.En général , les Pouvoirs Publics disposent de moyens divers pour intervenir dans ce domaine : moyens financiers (subventions,dépenses d'investissement en infrastructures,et prélèvements sous forme d'impôts et de taxes),réglementations (loi d'orientation), mais aussi moyens d'organisation (plans nationaux,plans régionaux,schemas directeurs, etc.),qui sont souvent complémentaires l'un et l'autre (J.L.MADRE,1987).

Ces diverses interventions illustrent aussi les fonctions économiques des Pouvoirs Publics dans ce secteur. Monsieur E.QUINET (1982) a cité trois fonctions macro-économiques de l'Etat, empruntés de l'ouvrage de MUSGRAVE ;

- une fonction d'affectation des ressources, ou de recherche de l'efficacité maximale dans le processus de production des biens et des services. L'affectation des ressources dans le secteur des transports nécessitent une intervention directe des Pouvoirs Publics dans la construction des infrastructures, pour plusieurs raisons, les plus importantes étant l'existence de coûts fixes et d'effets externes;
- une fonction de redistribution des ressources , secteur où interviennent les Pouvoirs Publics pour que les services soient à la disposition de tous les usagers. Ils interviennent aussi en utilisant les réseaux d'infrastructures comme outil de lutte contre les inégalités géographiques pour un développement harmonieux des diverses parties du territoire, ou bien contre les inégalités sociales; par exemple, à travers une politique de tarification en faveur de certaines catégories d'usagers ou d'agents dans la collectivité.
- une fonction de régulation macro-economique visant à eviter les crises conjoncturelles. Les Pouvoirs Publics peuvent intervenir pour régulariser la conjoncture économique par leur politique de tarification dans le secteur de transports, ou bien encore par leur politique d'investissements pour

créer de nouveaux emplois.

Du point de vue technique et economique, le secteur de transports se divise en deux sous-secteurs : infrastructures et prestations de service .Les caractéristiques techniques et économiques de ces deux sous-secteurs imposent aussi des interventions différentes aux Pouvoirs Publics.

Les interventions publiques les plus importantes dans la gestion des infrastructures de transports sont celles qui ont trait aux choix d'investissements,et à la tarification liée à ces infrastructures. Les choix d'investissements en infrastructures reposent sur des principes de rentabilité économique pour la collectivité; les conséquences de ces investissements sur son ensemble doivent être prises en compte. Parallèlement,les décisions de tarification adoptées pour ces infrastructures reposent sur des principes tarifaires au coût social marginal, où chaque usager doit payer l'équivalent monétaire de ce que coûte son inclusion dans le trafic à la collectivité (E.QUINET,1980;voir aussi K.J.BUTTON,1982).

Les effets liés à la réalisation d'un investissement d'infrastructure sont les éléments les plus importants de calcul de rentabilité économique pour la collectivité, pour justifier l'adoption de tel ou tel projet. Ces effets peuvent

être directs, tels les avantages et coûts liés à l'amélioration du trafic, ou indirects ou externes, telles les créations de nouveaux emplois,nuisances,pollution et organisation de l'espace. Ils peuvent encore être structurants en permettant amélioration du cadre de vie, mutation d'activités, etc... Le degré de prise en considération de ces effets peut varier selon les politiques d'aménagement d'infrastructures.

Il est d'ailleurs souvent à noter qu'une politique d'aménagement peut favoriser une optimisation des effets sur le plan de l'espace par la mise en valeur de régions défavorisées, par exemple, par un rééquilibrage du développement régional (cf.: le plan routier breton et du Massif Central en France, et le plan des Ports Maritimes ayant pour but de développer la partie Est de l'Indonésie, etc..), plutôt que de simplement améliorer le trafic. Il n'est donc pas etonnant que certains auteurs aient constaté que les décisions d'investissements d'infrastructures sont souvent issus d'un objectif social et politique plutôt qu'économique notamment à un niveau central (J.FRIEDMANN et W.ALONSO,1978).

L'interrelation entre des activités de plus en plus forte, et les effets de plus en plus importants des infrastructures sur l'environnement et le développement socio-économique exige que les prises de décisions en

matière des choix d'investissement ne reposent pas sur le seul critère de trafic.

Parallèlement, les restrictions budgétaires exigent la recherche d'une utilisation optimale et efficace dans la réalisation d'un investissement d'infrastructure. Dans le choix d'investissements, la gestion des infrastructures de transports impose une procédure particulière s'appuyant sur des principes d'affectation et de redistribution optimales des ressources. Une utilisation optimale des investissements a pour but de maximiser, lors de leur réalisation, la redistribution à toutes les catégories d'agents socio-économiques concernés.

Vu la spécificité des méthodes de gestion et l'importance de la rentabilité économique, l'affectation optimale des investissements en infrastructures de transports fait l'objet de nombreuses recherches théoriques. Leur affectation dans l'espace est d'un grand intérêt car elle prend en compte les infrastructures en tant qu'éléments contribuant à l'organisation de l'espace ainsi que la répartition géographique des activités.

D'autre part, l'intégration du facteur spatial dans l'analyse économique oblige à concevoir l'espace à la fois comme bien économique et comme milieu de propagation des phénomènes économiques pour affiner les modèles

d'économie spatiale (voir M.MOUGEOT,1975).

Sans entrer dans des subtilités théoriques, on peut notamment citer les modèles operationnels de choix d'investissement. On peut classer selon leur type d'approche et en analyser les résultats du point de vue de l'espace. Les effets spatiaux des investissements de transports se repércutent sur l'évolution de tous les secteurs socio-économiques du pays.C'est ce dont traite les parties qui suivent.

2.2. Types d'approches selon les modèles de choix d'investissements en infrastructures de transports.

Bien que les modèles mis au point aient leurs particularités, tant dans leurs approches que dans leurs modes de calcul, ils peuvent être classifiés selon les modalités d'approche utilisées pour le choix d'investissements.

En général , les méthodes d'évaluation d'investissements en infrastructures de transports peuvent se diviser en deux approches :

- celle qui repose sur une évaluation des avantages et des couts propres a chaque investissement ou projet d'infrastructure. Cette approche tient compte de la rentabilité partielle de chacun des investissements prise séparément, omettant leur interrelation avec d'autres

investissements compatibles ou complémentaires. Dans ce cas, l'analyse coûts - bénéfices des investissements en infrastructures est plus souvent retenue car elle permet de définir les avantages directs quantifiables au stade de la réalisation de l'investissement. Par ailleurs,une analyse de rentabilité des investissements en fonction de leurs effets sur les catégories d'agents socio-économiques ,ou Méthode des Effets (ME), semble la mieux adaptée au calcul de rentabilité partielle des investissements;

- celle qui intégre l'évaluation de plusieurs éléments, du même type d'infrastructures, de types différents, ou de secteurs différents, à une analyse globale. Sont retenus les investissements favorisant la réalisation maximale de plusieurs objectifs globaux prédéterminés. On trouve dans cette catégorie les modèles fondés sur une approche d'optimisation sous contrainte, et sur une analyse multicritère.

Chacun de ces modèles comporte ses particularités, avantages et inconvenients propres dans la pratique. Il nous semble donc utile de présenter des explications sur leurs principes généraux afin de pouvoir en analyser leurs résultats et leurs prises en considération sur le facteur spatial.

En annexes, nous présentons également quelques exemples de chacune des catégories de modèles

analysees,notamment la Méthode des Effets (ME), afin que les lecteurs particulièrement en Indonesie (pays non francophone) puissent analyser cette méthode qui est une contribution des experts francais aux approches nouvelles d'évaluation d'investissements adaptées pour les pays en développement (cf : annexe 1).

2.2.1. Modèles de choix d'investissements en fonction de la rentabilité partielle de l'infrastructure en question.

Ces modèles reposent sur l'évaluation d'un projet en fonction soit des avantages directs pour le secteur des transports, soit des avantages répércutés sur l'ensemble de la collectivité lors de la réalisation de l'investissement.

P.BLET (1978) a dégagé deux aspects de ce type d'approche :

- évaluation d'un investissement par une approche néo-classique reposant sur la théorie micro-économique. Elle permet essentiellement de montrer les repércussions d'un investissement sur la croissance de la production ou du revenu national. Cette méthode repose sur un critère unique; les variations du surplus collectif, qui permet de mesurer les variations de revenus de trois grands agents économiques;l'Etat, les entreprises de production et les consommateurs ou usagers finaux. L'adaptation de cette approche à des investissement en infrastructures de transports permet de dégager deux grands principes :

- L'un a trait aux avantages de transports en variations de revenu de l'Etat et des usagers. Les usagers bénéficient de la réduction des coûts de transport lors de la mise en service de l'infrastructure en question.
- L'autre tient compte des variations de production ou du revenu national. Il évalue les variations de revenus de deux catégories d'agents : l'Etat et les entreprises de production.

- autre approche d'évaluation est celle élaborée dans la Méthode des Effets (ME). Celle-ci permet notamment de mesurer la création de valeur ajoutée, les variations du commerce extérieur et l'utilisation de la main d'oeuvre ainsi que la répartition de valeur ajoutée parmi les différents agents intérieurs : secteurs modernes et artisanaux, catégories socio-professionnelles, etc.... Cette approche est à celle qui s'appuie sur les variations du revenu national, mais elle en différe par son hypothèse initiale et dans l'intreprétation des résultats.

La méthode des effets est considérée adaptable tant dans l'évaluation partielle que dans l'évaluation globale d'investissements, par sa souplesse d'emploi, notamment dans la procédure et dans la prise en compte des variables retenues.

2.2.1.1. Modèles de choix d'investissements en transports en fonction des variations du surplus collectif. (approche néo-classique).

(1). Approche en fonction des avantages en transports.

Cette approche a trait à l'objet le plus concret et le plus immédiat d'un investissement en transports, à savoir assurer le transports à un moindre coût. Aussi cette approche est-elle souvent utilisée pour les investissements en infrastructures de transports de taille moyenne ou petite. Sa popularité est dûe à la simplicité du choix de ses variables et de son mode de calcul. Les effets sur le reste de l'économie et sur l'environnement ne sont cependant pas pris en compte.

Le principe général de cette approche repose sur le calcul des avantages directs liés à l'apport de nouveau trafic généré par l'investissement à évaluer. Le calcul est fondé sur les variations du surplus collectif. La réalisation d'un tel investissement apporte une amélioration des services aux usagers. Dans l'ensemble, c'est donc la collectivité qui bénéficie de ces avantages, qui deviennent à leur tour, un surplus collectif.

Les différents agents de la collectivité sont pris en compte. Il s'agit :

- des usagers , dont les utilisateurs finals des services rendus par l'infrastructures réalisée ou améliorée ;
- et de l'Etat, qui assure l'execution, l'exploitation et l'entretien de cette infrastructure.

L'avantage des usagers se calcule en fonction des variations de trafic dues à l'amélioration de ces services. Le trafic se répartit en trafic normal,composé d'anciens usagers; en trafic induit avec les nouveaux usagers de l'infrastructure améliorée et en trafic dérivé avec l'arrivée de nouveaux usagers empruntant auparavant d'autres infrastructures, après la mise en service de l'infrastructure améliorée.

Parallèlement, le bilan de l'Etat en tant que gérant de l'infrastructure et percepteur, se calcule à partir des variations des dépenses portant sur :
- les dépenses de construction et d'entretien d'infrastructures ;
- les dépenses d'exploitation ;
- les frais de perception des taxes et impôts, et eventuellement des péages ;
- les dépenses rapportées par les collectivités locales (nuisances, pollution, etc...).

La rentabilité de l'investissement en question s'évalue à l'aide de critères comprenant :

- le bilan actualisé de chaque catégorie d'agents considérée;
- le taux de rentabilité immédiate ou la date optimale de mise en service de l'infrastructure (cf :annexe 1) ;
- le taux de rentabilité interne (cf :annexe 1).

Bien que la justification théorique de ces critères soient discutables, ils sont souvent utilisés et préconisés par certains organismes internationaux de financement pour financer de tels projets d'infrastructures de transports dans les pays en développement.

Puisque la méthode d'évaluation d'investissement par les avantages de transports évalue seulement les effets directs,alors que les effets spatiaux de l'infrastructure en question, qui n'apparaissent pas immédiatement lors de la réalisation de cet investissement, ne peuvent pas être mis en évidence. Les effets spatiaux dans cette méthode sont considérés comme les effets non mesurables.

L'utilisation de cette méthode n'est pas adaptable dans une politique où l'on met l'infrastructure de transports comme instrument de l'aménagement de l'espace, car les effets spatiaux favorables lors de la réalisation de l'investissement ne peuvent pas être détectés par cette méthode.

(2).Approche en fonction des variations de la production.

Dans cette approche, deux groupes d'agents économiques sont considérés : L'Etat et les entreprises de production.

Le surplus des usagers en tant que personnes physiques est donc intégré implicitement à celui des entreprises de production sous forme de variation des revenus de leurs salariés (diminution du coût et augmentation des revenus).

Lors de la réalisation de l'investissement, le surplus collectif ajoute le surplus de l'Etat à celui des entreprises.

Le surplus des entreprises comprend leurs revenus nets et on peut l'évaluer à partir des des prévisions sur les séries de comptes d'exploitation. Les salaires des employés sont pris en compte dans les charges de l'entreprise et leurs variations sont calculés séparément en tant que variations de coûts à la charge de l'entreprise.

Le surplus de l'Etat est calculé sur la base des impôts perçus sur les nouvelles productions. Il inclut aussi les dépenses de l'infrastructure (surplus négatif).

En dernier lieu, le surplus des usagers indirects, c'est à dire ceux qui ne participent pas directement à la production, est pris en compte dans le bilan actualisé du surplus collectif.

Le recours à cette approche exige de nombreuses précautions en raison des hypothèses restrictives (hypothèse de concurrence parfaite, de plein emploi, d'équilibre offre/demande) et de la complexité des facteurs de production qui sont influencés par l'investissement à évaluer.

Le calcul de rentabilité de l'investissement en question est complex, car on doit distinguer ceux qui sont considérés comme des coûts, des transferts, et comme des avantages de l'investissement. Par exemple, les coûts d'exploitation du véhicule comprenant: achat du véhicule; carburants,ingrédients; entretien, et réparation du vehicule; frais de conduite; assurance, taxes et impôts, sont les éléments de dépenses des usagers, mais ils sont aussi les éléments de recettes d'autres agents tels ;entreprises de réparation, commercants, et aussi l'Etat. Dans ce cas, on trouve plutôt les transferts parmi certains agents que les coûts pour la collectivité. Pour éviter un double emploi dans le calcul de rentabilité de cet investissement dans cette approche, on doit tout d'abord déterminer les agents à considérer, et les éléments de dépenses et de bénéfices de

chacune des ces agents.

Le facteur de l'espace est au moins pris en compte dans cette approche sous forme de différents coûts de transports en certain lieu, ressentis par certaines catégories d'agents. On pourra dire aussi que l'espace dans cette approche est considéré comme bien économique, parce qu'il inclut dans les éléments de dépenses et de bénéfice de ces agents.

Par contre, l'on ne prend en compte l'espace comme milieu de propagation des phénomènes économiques, et les effets de l'infrastructure dans l'espace donné sont négligés.

Un exemple de modèle utilisant cette approche se trouve en annexe 1. Il s'agit d'un modèle opérationnel proposé par une circulaire du Ministère de Transports en 1970 pour l'évaluation économique de routes en rase campagne.

2.2.1.2. Modèle de choix d'investissement par approche des effets.

Ces modèles ne sont entrés que relativement récemment dans la pratique actuelle. Diverses méthodes ont été élaborées mais la plus performante est celle des deux experts francais: M.CHERVEL et M.LE GALL (1976), appelée la méhode des effets (ME). Elle a été considérée comme la plus appropriée aux pays en développement où il est difficile

d'estimer clairement les effets favorables d'un projet de construction d'infrastructures ou de production sur l'économie nationale en raison de l'insuffisance de renseignements précis sur les structures ou mécanismes économiques du pays en question.

Nous mettons l'accent sur cette méthode (ME) afin de dégager quelques aspects interessants des modèles reposant sur les effets.

La ME repose sur l'évaluation et la ventilation des effets liés à la réalisation d'un investissement parmi les différents agents économiques du pays. Elle permet de mesurer la création de valeur ajoutée, les variation du commerce extérieur et des emplois artisanaux et modernes. Son application peut être adaptée au degré de précision atteint selon l'importance de l'investissement et le volume d'informations disponibles dans ce pays. Cette méthode a pour avantage de s'appuyer sur les prix du marché et non pas sur les prix de référence, qui ne reflètent pas souvent la réalité économique du pays. La méthode par prix de référence est préconisée par des organismes internationaux dont la Banque Internationale pour la Reconstruction et le Developpement (BIRD) et la Banque de Developpement de l'Asie (ADB), pour le financement de projets dans les pays en développement.

L'application de la ME est très souple puisqu'elle permet d'évaluer des investissements isolés, complémentaires ou concurrents. Elle peut s'inscrire tant dans une approche partielle que dans une approche globale de choix d'investissements.

Dans ce modèle, la réalisation d'un investissement entraine des effets primaires et secondaires. Les effets primiares s'exercent sur :

- la variation de la valeur ajoutée avec, par exemple, un accroissemet de valeur ajoutée se traduisant par la création de revenus parmi divers agents économiques: revenus supplémentaires des entreprises, des salariés, et de l'Etat, qui percoit davantage de taxes.
- la variation du commerce extérieur, soit une diminution des importations ou une hausse des exportations.

Les effets secondaires découlent de l'emploi des nouveaux revenus ainsi générés. On les qualifie d'effets multiplicateurs incluant entre autres l'accroissement de l'épargne intérieure. Ces effets étant plus difficiles a évaluer, on pourra se limiter, pour des investissements modestes, à l'évaluation des effets primaires et à leur ventilation parmi les différents agents économiques concernés. Par contre, si l'investissement mène à un changement structurel de l'économie du pays, il faut analyser son impact sur l'ensemble de l'économie.

En annexe 1, on peut trouver des explications détaillées de cette méthode ainsi qu'un exemple appliqué à un cas d'aménagement routier.

Dans la ME, l'investissement en infrastructures de transports peut être considéré comme projet unique dont on calcule les effets sur diverses catégories d'agents ou intégre à une grappe de projets interdépendants. Les effets de l'investissement en infrastructures de transports sont dans ce dernier cas calculés à partir de ceux de l'ensemble du projet (voir M.CHERVEL et M.LE GALL, 1976 : P.BLET,1978).

La ME ne propose aux décideurs aucune évaluation absolue d'un projet mais elle permet de calculer, pour tous les investissements à étudier, leurs effets intégrés à l'économie. Il revient aux décideurs de choisir les investissements conformément aux objectifs de développement prédéterminés. Par exemple, en période de crise économique, où le taux de chômage est élevé, les objectifs de création d'emplois ou de revenus supplémentaires pour les salariés ont priorité sur les autres objectifs.

Le facteur de l'espace peut être pris en compte soit implicitement dans les effets globaux l'investissement à l'économie, soit qu'il est traité séparément dans les effets d'implications des variations de la valeur ajoutée créée dans

l'espace donné. Il est souvent à noter que les différents de coûts de tranports et de productions et les différentes variations de valeurs ajoutées en certains lieux, sont considérés comme effets spatiaux de l'investissement à étudier dans cette méthode. En d'autres termes, l'espace comme bien économique et comme milieu de propagation des phénomènes economiques peut bien s'adapter dans le fonctionnement de cette méthode selon le degré de précision acquis.

2.2.2. Modèles de choix d'investissements en transports par évaluation globale.

les modèles de choix d'investissements en transports par évaluation globale se différent des modèles précédents par leurs variables et par leur mode de calcul. Dans les premiers, Ils intégrent tous les investissements à évaluer dans une fonction ou dans une programmation, et ils appliquent plusieurs variables et paramètres afin d'obtenir des investissements satisfaisant tous les variables et paramètres pris en compte.

On peut classifier ce type de modèle en deux : Modèles d'affectation d'investissements en transports par optimisation sous contraintes et modèles d'évaluation d'investissements par analyse multicritère.

2.2.2.1. Modèles par optimisation sous contraintes.

Ces modèles font l'objet d'un nombre croissant d'études dans la pratique actuelle.

Ils visent principalement à répartir ou affecter les investissements de façon optimale à plusieurs types de dépenses d'aménagement d'infrastructures de transports; de construction, d'amélioration ou d'entretien par exemple.

Ils tiennent, pour cela, surtout compte des contraintes budgétaires et technologiques et des capacités d'amenagement des gestionnaires de l'infrastructure concernée.

Plusieurs auteurs ont mis au point des approches théoriques d'optimisation des investissements. Nous ne citerons que les plus connues : celle de SOLOW et alii., ou méthode de programmation linéaire de l'accumulation de capital (R.SOLOW, P.SAMUELSON, R.DORFMAN, 1958) et celle de J.TINBERGEN ou modèle d'optimum social et théorie de l'indivisibilité des investissements (J.TINBERGEN, 1972), puis celle de PAELINCK ou dynamique multi-régionale (J.H.P.PAELINCK, 1985).

Le modèle de base d'affectation des investissements repose généralement sur l'affectation optimale des

ressources en situation d'équilibre budgétaire.

Le principe général de ce type d'approche s'exprime sur l'objectif de maximiser la satisfaction collective ou l'utilité colective, sous contraintes de budgets ou de revenus disponibles,et de capacité existante de facteurs de production.

Une application de ce principe sur le procesus d'optimisation d'investissement en infrastructures de transports peut généralement se formuler comme suite.

Supposons que l'objectif de la collectivité est de maximiser une fonction d'utilité collective (U). Celle-ci n'exprimera qu'une fonction de satisfaction des usagers en matière d'infrastructure (δi), d'équipements (δ éq.),et de biens de consommation (δ b).

On pourra alors déduire qu'un modèle général d'affectation optimale des ressources est une satisfaction maximale des besoins de la collectivité dans les trois aspects énoncés ci-dessus. Ce modèle tiendra compte des contraintes budgétaires, revenus des particulières et de la quantite de biens et services déterminés, soit :

MAX U (δ i, δ éq., δ b) $\quad$ δi, δ éq. δ b > 0.

avec les contraintes suivantes :

1. La satisfaction de demande collective d'infrastructures et d'équipements ne doivent pas dépasser les budgets établis, par les gérants de ces infrastructures et de ces équipements; l'Etat et les collectivités locales, soit :

$$d\ (\delta i, \delta éq.) \quad \underset{-\ E}{<\ B} \quad : \text{préférence des Pouvoirs Publics (Etat, coll.locales)}$$

2. Les consommations de chaque individu, pour ce qui est des infrastructures, équipements et biens consommés, ne dépassent pas les revenus de cet individu [R(ind.)] ou de son groupe d'appartenance (R), soit :

$$d_{ind.}\ (\delta i, \delta éq., \delta b) \quad \underset{-\ ind.}{<\ R} \quad : \text{préférence des consommateurs.}$$

3. Le montant de consommation collective calculé à partir des trois composants de la fonction d'utilité collective ne doit pas dépasser les capacités de production de services et de biens (contrainte technologique ou de capacité), soit :

$$Cons.(\delta i, \delta éq., \delta b) \quad \underset{-\ (i,éq,b)}{<\ CAP} \quad : \text{contrainte technologique ou de capacité.}$$

Les solutions de ce modèle exposées ci-dessus sont dites solutions primales. Elles contiennent les solutions duales, qui expriment un optimum ou une minimisation des dépenses de l'Etat et des collectivités locales (E+C) , des consommateurs (c) et des entreprises produisant des biens (e)

pour atteindre l'objectif d'utilité collective dans ses trois composants, soit :

$$\text{MIN } D(n_{E+C}, n_c, n_e) \quad : \quad n_{E+C}, n_c, n_e > 0$$

avec les contraintes suivantes :

1. La disponibilité d'infrastructures demandées pas les agents économiques considérés, à savoir l'Etat et les collectivités locales, les consommateurs, et les entreprises de production, doit atteindre un niveau suffisant garanti [u(i)] , soit :

$$g(n_{E+C}, n_c, n_e) > u_{-i}$$

2. Les équipements disponibles doivent aussi atteindre un niveau suffisant garanti [u(eq.)], soit :

$$h(n_{E+C}, n_c, n_e) > u_{-éq.}$$

3. Il en va de même pour la demande de biens de consommation, soit :

$$j(n_{E+C}, n_c, n_e) > u_{-b}$$

La combinaison des solutions primale et duale permet d'identifier le prix optimal favorisant la réalisation de l'objectif d'utilité collective en minimisant les dépenses.

L'application du modèle d'affectation optimale d'investissements peut mieux s'apprécier à l'aide d'exemples de modèles operationnels d'aménagement routier en annexe 1, afin d'en dégager plusieurs points intéressants. Nous exposerons en annexe 1, deux modèles : affectation optimale des ressources pour les activités d'entretien et d'amélioration du réseau routier de KANG HU et alii.,et modèle d'optimisation multirégionale d'affectation des investissements de transports de PRASTACOS et alii.

Les modèles d'affectation d'investissements en infrastructures de transports par optimisation sous contraintes permettent d'intégrer plusieurs variables prises en compte, y compris variables indiquant les implications spatiales de l'infrastructure traitée, afin d'obtenir les solutions optimales maximisant l'objectif prédeterminé et minimisant les ressources (budgets, temps,matières premières, etc.).

Le facteur de l'espace comme bien économique,dont représent une variable et comme milieu, dont indique une contrainte, peut être considéré de plusieures manières dans ce type de modèle.

Il est souvent à noter dans ces modèles que l'espace comme bien économique se représent sous forme des coûts de transports influencant l'affectation optimale d'investissements en infrastructure de transports traitée. Tandis que l'espace comme milieu, se représent souvent sous forme de différenciation des facteurs de dotations régionales, ou de capacité régionale dans le système spatial concerné.

Le fonctionnement des modèles d'affectation d'investissements par optimisation sous contraintes nécessite cependant un mode de calcul plus complex que les modèles précédents, car il exige une solution optimale satisfaisant tous les contraintes considérées. Il exige aussi une solution optimale obtenue à partir des solutions primale et duale de la fonction d'objectif déterminée.

On n'utilise ce type de modèle que dans une situation où plusieurs objectifs doivent être réalisés à l'affectation des investissements en question, et plusieures contraintes influencent sur cette affectation, notamment contrainte budgétaire.

Les modes de calcul utilisés à ces modèles sont souvent de la résolution d'une programmation linéaire et non linéaire, et aussi d'une programmation dynamique.

2.2.2.2. Modèles d'évaluation d'investissements en transports par analyse multicritère.

La mise au point d'analyses multi-critères appliquées à la programmation des investissements de transports est récente, pour ne pas dire à un stade experimental.

La nécessité de ce type d'analyse s'est imposée du fait des difficultés rencontrées dans l'évaluation des effets non quantifiables des investissements de transports. Les effets sociaux bénéfiques pour la collectivité qui représentent un des avantages premiers des investissements publics, parmi ceux-ci, citons l'amélioration du cadre de vie, du comportement social des individus et autres, sont difficilement mesurables.

Aussi, bien qu'elle soit à un stade initial, l'analyse multicritère doit être retenue dans une typologie des approches de choix d'investissements en transports. Des pays comme le Pays-Bas, la Suisse, et l'Allemagne pratiquent actuellement une analyse multi-critère formalisée (rapport de M.E.QUINET,1980). Ils utilisent une pondération des critères utilisés dans leur programmation d'investissements en transports.

La France a aussi opté pour ce type d'analyse avec ELECTRE dans la sélection de projets. La methode DELPHI, beaucoup cité par les auteurs de pays anglophone, met au point des critères d'évaluation de projets en s'appuyant sur les avis des experts et responsables.

Si l'analyse multi-critère a donné lieu à diverses méthodes, les principes généraux restent les mêmes.

On peut distinguer deux grands types selon l'approche utilisée. L'un qui rélève de méthodes de déclassement ou de rangs et l'autre de règles de surclassement ou de concordance/discordance.

(1). Modèle d'analyse multicritère par la méthode des rangs : principes de base.

De nombreux ouvrages, dont celui de L.LEBART,A.MORINEAU,et J.P.FENELON sur le traitement des données statistiques (1982), nous livrent les principes de ce type d'analyse.

La méthode des rangs repose sur un classement des projets étudiés par ordre croissant ou décroissant selon les critères retenus. Il faut donc déterminer à l'avance tout arbitrage de l'échelle de priorité ou des rangs des critères utilisés.

Si l'on suppose qu'il y a N projets d'investissements à étudier, et M critères retenus pour déterminer l'ordre de priorité de ces projets (rangs), il faudra aussi formuler :

-les poids d'équivalence entre les critères retenus, soit :

$$a_1 m_1 = a_2 m_2 = .. = a_i m_i = .. = a_M m_M$$

où ;

a_i = pondération d'équivalence indiquant le poids d'équivalence du critère i par rapport aux autres.

m_i = critère i.

- valeur des critères retenus sur chacun des projets, soit :

$$E_p = (V_p, V_{p.1}, V_{p.2}, .., V_{p.i}, .., V_{p.M})$$

où ;

E_p = évaluation du projet p

V_p = valeur du critère m dans le projet p.

La formulation des pondérations d'équivalence inter-critères est arbitraire. Elle peut s'obtenir à partir de remarques d'experts et de responsables sur chacun des critères ou d'une autre analyse sur une influence de ces critères observée dans le passé.

Le classement des projets se fait par ordre de rang à l'aide de la somme des valeurs des critères retenus multipliée par le poids d'équivalence correspondante, pour chacun des projets étudiés, soit :

$$E_p = \sum_{i=1}^{M} a_i V_{p.i}$$

puis on classe les projets par ordre croissant ou décroissant de priorité, au choix de l'utilisateur, dans la somme E de ces projets.

L'ordre de priorité s'obtient donc pour servir de base au choix des décideurs.

En annexe 1, nous montrerons un exemple de ce type d'analyse, appliquée en Indonésie pour la programmation de routes rurales. Cette analyse du nom d'indice de priorité des transports ou Transports Priority Index (HENDRAKA et HERMAN M.,1979), tient compte de nombreuses variables socio-économiques et techniques pour sélectionner les sections de routes rurales à aménager.

L'analyse d'indice de priorité des transports établit un rapport entre les indicateurs de la demande en transports et ceux qui indiquent le niveau de qualité des services sur une section donnée. Le rapport le plus élevé indique un plus haut degré de priorité d'aménagement pour une section donnée (cf. annexe 1).

La méthode mise au point par l'équipe indonésienne n'est guère raisonnable à un niveau théorique. Elle repose souvent sur l'arbitrage d'une expert, ce qui, à notre avis,

pose un autre problème de justification.

La méthode des rangs est considérée comme un outil classique dérivé de l'idée de SPEARMAN (corrélation des rangs).

Par ailleurs, l'analyse multi-critère traitant le surclassement d'un objet par rapport à un autre fait l'objet d'une recherche croissante. Les principes de base de ce type d'analyse fait alors l'object de la partie suivante.

(2). Analyse multi-critère par la règle de surclassement : principes de base.

L'analyse multi-critère par la règle de surclassement trouve une intéressante illustration dans le modèle ELECTRE mis au point par les experts francais de la SEMA (voir M.CHERVEL et M.LE GALL,1981).

Ce modèle a pour principe de base le calcul des indicateurs permettant de surclasser un objet par rapport à d'autres. Ces indicateurs marquent une concordance ou une discordance (cf. annexe 1).

Si l'on considére deux objets ou projets à étudier O1 et O2, et P1 et P2 les profils qui leur sont associés, on dit que O1 surclasse O2 si le profil P1 est au-dessus du profil P2. On peut donc définir :

m1 = le nombre de critères pour lesquels le profil P1 est au-dessus ou confondu avec le profil P2;
m2 = le nombre de critères pour lesquels le profil P2 est au-dessus strictement du P1.

alors ; m = m1 + m2.

L'indicateur de concordance est donc égal au rapport entre m1 et m2, soit :

$$I_c = m1/m2.$$

ce qui veut dire que O1 est plus dominant que O2. Dans le cas où le poids des critères n'est pas équivalent, on introduit m1', somme des valeurs pondérées de m1 critères pour lesquels P1 est au-dessus de P2, et m2', l'inverse de m1'.

L'utilisation de cet indicateur exige un second indicateur pour que O1 ne soit pas dominé par O2, d'où l'idée de l'indicateur de discordance.

L'indicateur de discordance est un écart maximum qui sépare P1 et P2 (ΔM), soit :

$$I_d = \Delta M = P1 - P2.$$

Plus ΔM sera petit et plus cela sera favorable à l'objet O1.

La règle de surclassement est alors définie à partir de ces deux indicateurs. Elle stipule que l'objet O1 surclasse l'objet O2 si les deux conditions sont simultanément remplies :

- $m1/m2$ (ou $m1'/m2'$) $\geq C$

d'où C est appelé seuil de concordance, étant une donnée déterminée par l'utilisateur.

$-\Delta M \quad \underline{<} \quad d$

d'où d est appelé aussi seuil de discordance et c'est une donnée, déterminée par l'utilisateur.

L'application de cette règle peut s'étendre sur n objets ou projets et sur K critères de comparaison, afin de classer les projets selon le niveau de surclassement.

La méthode ELECTRE, qui est en cours de mise au point (ELECTRE IV, etc..), présente néanmoins des particularités intéressantes avec une hypothèse d'équivalence entre critères et une règle de surclassement.

Cette méthode devienne compliquée si l'on retire l'hypothèse et si l'on met en évidence les types d'interrelations entre les objets.

Il est évident que de tels modèles reposent sur leurs propres hypothèses, leurs suppositions, et leurs approches. Leurs résultats et interprétations sont toujours différents et ils sont mis au point pour un usage particulier à une condition spécifique.

Aussi-est-il nécessaire de comparer les performances d'un modèle à celles d'un autre dans une application spécifique pour pouvoir emettre un jugement sur la qualité

et l'ensemble de ses performances.

Dans le cas de modèles d'investissements de transports cités précédemment, il est aussi nécessaire d'en analyser les performances et les applications générales dans une telle condition.

D'où l'idée de les analyser du point de vue de l'espace. Parce que , d'une part, les décisions relatives aux investissements en infrastructures de transports doivent être liées et tenir compte de l'espace en raison de la relation de ces infrastructures et des effets importants qu'elles ont sur l'aménagement de l'espace.

D'autre part, ce premier nous renvoie aux caractères de la structure et de la formation de l'espace dans les pays en développement, qui différent beaucoup de ceux des pays développés.

C'est pourquoi il est important d'analyser les performances et la portée des applications de ces modèles, en fonction de la formation de l'espace des pays en développement. C'est là, le contenu de la partie qui suite.

2.3. Apercu général des modèles de choix en infrastructures de transports du point de vue de la formation de l'espace dans les pays en développement.

2.3.1. Formation et structure de l'espace dans les pays en développement.

La notion de formation de l'espace peut reçevoir diverses définitions. Nous nous référerons au concept mis au point par M.MOUGEOT (1975), puis qu'il est d'une plus grande souplesse d'emploi et d'une plus grande portée que les autres.

La formation de l'espace peut, d'après lui, révèler au moins les processus :

- d'optimisation du choix des localisations des agents ou activités économiques. Ces implantations sont conditionnées par la répartition initiale des "richesses primaires" (matières premières, infrastructures, équipements, main d'oeuvre).

- de transformation de dotations spatiales de certains éléments ou même processus d'accumulation de richesses susceptibles d'accroître ou de réduire la répartition initiale. Ce processus de transformation spatiale découle du premier processus. Il est certain que ce processus de localisation peut entrainer des effets dits externes, économies et déséconomies externes. Ceci afin de modifier la structure porteuse d'une nouvelle transformation spatiale.

Ces deux processus se répètent, à notre avis, jusqu'à ce qu'un point d'équilibre spatial soit atteint.

Un bref aperçu de la formation spatiale dans les pays en développement peut révèler plusieures problèmatiques ;nous n'en retiendrons que quelques unes les plus fondamentales.

La première caractéristique de la formation spatiale dans les pays en développement est la répartition hétérogène des infrastructures et équipements dans un espace donné.

L'ouvrage de G.MYRDAL (G.MYRDAL, 1971) traitant de la pauvreté des nations insiste sur cet aspect.

D'après son analyse, les pays développés ont disposé d'infrastructures et d'équipements suffisants, au moment de la révolution industrielle, pour assurer un développement cumulatif. Les pays en développement se trouvent dans une situation où, au contraire, la répartition des infrastructures et équipements ne fait qu'amoindrir leurs capacités de développement.

Une répartition spatiale homogène des infrastructures et équipements permet d'élargir le choix des implantations dans les pays développés. Les activités économiques peuvent choisir leurs implantations dans un

espace plus étendu, assuré par les infrastructurse et équipements.

Au contraire, la répartition spatiale hétérogène des infrastructures et équipements dans les pays en développement entrainent une concentration des activités économiques dans les régions les mieux équipées.

Dans ces pays donc, les régions les plus défavorisées ou les plus éloignées des agglomérations bénéficient peu d'investissements d'infrastructures. Puisque l'implantation des activités est très étroitement liée aux équipements et infrastructures, on assiste à un processus cumulatif de concentration dans les zones les mieux équipées.

Il n'est donc pas etonnant que l'étude de WILLIAMSON (1965) a montré que la disparité existant entre les régions les plus défavorisées et les régions les plus développées dans les pays en développement, était trois fois que celle qui existe dans les pays développés.

La disparité entre régions défavorisées et régions développées marque donc fortement la formation de l'espace.

Elle découle de l'hétérogéneité de la répartition des "richesses primaires" et limite le choix qu'ont les agents économiques de s'installer dans une région donnée.

Cette remarque revèt une grande importance dans l'analyse des modèles présentés plus haut et envisagés sous l'angle de l'affectation des investissements et de l'aménagement de l'espace.

Le deuxième aspect de la formation de l'espace dans les pays en développement provient du fait que leur économie se divise souvent en secteur moderne et en secteur traditionnel. Le premier se concentre surtout dans les régions équipées ou urbanisées alors que le second se limite aux zones rurales.

G.MYRDAL constate aussi dans son ouvrage, que les échanges économiques se font plutôt du secteur moderne au secteur moderne que du secteur moderne vers le secteur traditionnel.

Les effets externes du secteur moderne peuvent d'avantage favoriser ce secteur que le secteur traditionnel ,surtout dans une situation où les interventions des pouvoirs publics sont absentes dans la régularisation du mécanisme de marché.

Ce phénomène peut en effet modifier le concept d'économie et déséconomie externes qui est souvent intégré aux hypothèses des modèles d'investissements en transports.

La relation entre les secteurs economiques dans les pays en développement, dans le sens moderne-moderne semble plus dynamique que dans le sens moderne-traditionnel, parce que le premier est assurée aussi par les infrastructures et équipements relativement suffisants, notamment dans les agglomérations de ces pays.

Il s'ensuivra une transformation spatiale plus dynamique dans les zones à secteur moderne dominant.

D'une facon générale, les activités agricoles dans ces pays rélèvent du secteur traditionnel et les industries et les services du secteur moderne. On peut donc assimiler, la disparité de développement spatiale dans ces pays est aussi la disparité entre le secteur moderne et le secteur traditionnel.

Le troisième aspect de la formation de l'espace propre à ces pays est lié à la mobilisation de capital et de main d'oeuvre. J.FORRESTER (1979) insiste, dans son modèle dynamique urbain, sur l'importance déterminante de cette mobilisation dans la formation et l'évolution de l'espace urbain.

Le capital dans les pays en développement, qu'il soit privé ou public, est un bien rare et très limité. Par contre, les mains d'oeuvre notamment non qualifiées sont

abondantes. Le développement d'une région ou d'un centre entraine une mobilisation de main d'oeuvre et de capital. Toutefois, il attire plus de main d'oeuvre que de capital.

Le secteur moderne en developpement n'absorbe pas beaucoup de travailleurs et ceux qui ne sont pas embauchés ont tendance à se concentrer à la péripherie. Il n'est donc pas etonnant que, dans ces pays, un centre contenant une activité de secteur moderne soit entouré par des quartiers marginaux peuples de travailleurs attirés par cette activité.

Il se forme une structure spatiale spécifique avec, en son centre, un secteur moderne et à la péripherie, des activités de secteur traditionnel. Une de nos autres études a souligné l'existence d'une structure spatiale analogue (S.ROYAT, 1981).

De cet apercu, nous avons dégagé des éléments pour analyser les performances des modèles cités plus haut.

Premièrement, l'hypothèse de plein emploi souvent integrée aux modèles neo-classiques d'investissements en transports (pour que les facteurs de production soient censés être utilisées pleinement), n'est pas applicable aux pays en développement , où règne un chômage massif. Celui-ci est lié à l'abondance de la main d'oeuvre non qualifiée et de la rareté des emplois.

Deuxièmement, la formation de l'espace y est plus influencée par la mobilisation de main d'oeuvre que par celle du capital, aussi en raison de la rareté de ce dernier.

Nous appuyant sur trois aspects de la formation de l'espace dans ces pays, nous nous livrons à une analyse des performances des modèles d'investissements de transports cites plus haut.

2.3.2. Analyse des performances de modèles de choix d'investissements en transports du point de vue de la prise en compte du facteur de l'espace et de l'application aux pays en développement.

2.3.2.1. Modèles des investissements de transports par approche partielle d'évaluation.

(1). Modèles néo-classiques par approche des avantages de transports : un modèle a-spatial.

Les remarques interéssantes tirées des performances de ce type de modèles portent sur la non-prise en compte du facteur spatial.

Ce modèle suppose que les prix sont égaux dans tout l'espace considéré. Il utilise un critère unique, les avantages en transports (réduction de coûts de transports), sans appréhender l'impact d'autres objectifs sur le développement.

Les deux hypothèses générales de ce modèle reposent sur la répartition optimale des revenus et sur le plein

emploi. La première hypothèse, qui ne se réalise que dans une situation de concurrence parfaite, fait l'objet de nombreuses critiques. La concurrence parfaite n'est jamais atteinte, surtout dans les pays en développement où l'on observe une concurrence déséquilibré entre le secteur moderne et le secteur traditionnel de l'économie. P.BLET (1979) a même ajouté que cette hypothèse risquait de caricaturer la réalité économique et sociale.

Quant à la deuxième hypothèse, elle est totalement inapplicable aux pays en développement, où le taux de chômage est élevé.

La faiblesse de ce modèle vient de ce qu'elle ne tient pas compte de l'interdépendance des investissements. Pour les pays en développement, les effets d'un investissement de transports sur le développement sont plus importants que la réduction de coûts de transports sur l'infrastructure aménagée.

Par ailleurs, le modèle néo-classique ne peut préciser les avantages spécifiques d'un investissement pour chaque secteur, moderne ou traditionnel car il néglige les effets externes.

La non-prise en compte du facteur spatial dans ces modèles empêche de juger les performances du modèle par

rapport à la formation de l'espace dans les pays en développement.

Par contre, le modèle néo-classique par aproche des avantages de transports présente une grande simplicité d'application, lui permettant une utilisation partielle ou décentralisée sur certaines sections d'infrastructures de transports de taille modeste sans nier les précautions à prendre.

L'application des modèles par approche des avantages de transports peut présenter beaucoup d'inconvénients si l'on extrait les hypothèses retenues pour les appliquer à des investissements pouvant produire des effets macro-économiques importants.

(2). Modèles par approche des effets : un modèle accentué aux effets économiques.

Les modèles d'investissements par approche des effets, notamment la méthode des effets, semblent offrir une approche plus réaliste en ce qu'elle peut formaliser les effets importants sur l'économie locale, voire nationale.

Contrairement, à l'approche néo-classique, la méthode des effets ne nécessite aucune hypothèse restrictive. Par contre, elle simule l'insertion de l'investissement dans l'économie, bénéfique ou non, en

utilisant le système des prix de marché des pays en question, simplifiant ainsi les calculs.

La méthode des effets insiste beaucoup sur la création de valeur ajoutée comme "mesure " de la rentabilité des investissements.

Du point de vue de la formation de l'espace, la création de valeur ajoutée n'est autre qu'un générateur des effets de l'investissement ayant un impact différent sur l'espace en fonction des conditions propres à l'espace considéré.

Les effets de l'investissement entrainent aussi des choix d'implantation des agents économiques et une transformation de l'espace imposée par ces implantations. Il en ressort une nécessité de prendre en compte les effets spatiaux, directs ou indirects.

Par ailleurs, l'augmentation de valeur ajoutée dans le secteur moderne n'entraine pas automatiquement des effets bénéfiques au niveau de l'espace. Un problème de disparité se pose si cette augmentation se limite aux agglomérations.

Parallèlement, l'augmentation de la valeur ajoutée dans le secteur moderne n'entraine pas aussi des effets bénéfiques dans le secteur traditionnel des pays en

développement, si la relation entre le secteur moderne et le secteur traditionnel semble faible dans ces pays.

Il nous semble que la méthode des effets accordait peu d'importance aux effets spatiaux des investissements. Elle met l'accent surtout sur les effets économiques qui se créent ou qui se ventilent parmi les agents économiques considérés.

Une telle constatation a suscité l'inquiétude de certains auteurs tels que J.F.WILLIAMSON et G.MYRDAL. Ils ont déclaré qu'un développement ne tenant pas compte des effets spatiaux pouvait aboutir à de graves perturbations de l'espace.

La prise en compte de la valeur ajoutée dans un cadre spatio-temporel peut d'ailleurs modifier la rentabilité d'un investissement. Des valeurs ajoutées constantes à court terme peuvent en effet varier à long terme.

Pour qu'une méthode des effets soit performante dans les pays en développement, il faut que ces pays aient au moins :

- une politique économique clairement définie, comportant des objectifs de développement inter-sectoriels ;
- une connaissance poussée des système et mécanisme économiques, des systèmes de prix, de ventilation monétaire

ou de comptabilité nationale , et ;
- un système efficace d'information et de collecte de données.

Tout cela, n'est pas facile à trouver dans ces pays, d'où la difficulté à obtenir de bonnes performances.

Il est vrai que cette méthode propose des procédures souplesses d'évaluation des effets pris en compte. Elle permet de s'arrêter aux effets directs ou primaires si les informations sont insuffisantes. Mais il peut en découler une autre difficulté.

L'identification de seuls effets primaires d'un investissement important peut mener à une conclusion trompeuse, car ces effets peuvent se répércuter à longue échéance sur tous les secteurs socio-économiques du pays.

Si l'on tient compte, dans la méthode des effets de l'insertion du projet dans un espace donné, les résultats peuvent s'en vont améliorer.

En général, la méthode des effets peut convenablement s'adapter aux pays en développement où les effets des investissements sont d'autant importants que les avantages directs. La prise en compte des effets spatiaux de l'investissement en question dans cette méthode peut

améliorer sa performance pour pouvoir s'adapter dans ces pays.

2.3.2.2. Modèles de choix des investissements en transports par approche globale d'évaluation.

Ces modèles sont considérés comme ceux qui tiennent compte le facteur spatial, car ils considérent que les coûts et les prix ne sont pas uniques ou homogène dans l'espace.

Il est dit plus haut que l'on peut considérer l'espace comme un bien économique et comme un milieu de propagation des phénomènes économiques. La première considération nous renvoie au choix d'implantation des agents économiques, où les coûts de transports ont une grande importance. La deuxième considération renvoie à l'ensemble des effets spatiaux des activités économiques, qui déterminent la formation spatiale de l'espace donné (M.MOUGEOT, 1975).

A notre avis, ces deux aspects ne peuvent être analysés séparément car ils contribuent l'un et l'autre à la formation de l'espace.

Nous souhaitons montrer par la suite comment les modèles d'investissements par optimisation cités en annexe 1 (Modèles de KANG HU et alii., et de PRASTACOS et alii.) considérent l'espace.

(1). Modèles par optimisation sous-contrainte : un modèle spatialement complex.

Le modèle d'optimisation de KANG HU et alii., ne semble pas considérer l'espace comme un bien économique puis qu'il ne tient compte la variation de coûts dans l'espace donné. Il n'offre donc aucune contrainte de différenciation des coûts de transports lors de l'affectation des budgets disponibles.

Il considére simplement l'espace comme une donnée ou paramètre, où la demande d'infrastructures différe.

De plus, ce modèle envisage l'affectation optimale des ressources du point de vue de l'offre (budgets) par rapport à une demande prédéterminée. Il n'est donc pas question de modifier la demande, qui représente les comportements des agents économiques considérés.

Le modèle de PRASTACOS, par contre, met l'accent sur la définition de l'espace comme bien économique plutôt qu'un milieu de propagation.

Son modèle présente l'espace comme une variable influençant l'implantation des facteurs de production et donc les flux interrégionaux.

Par conséquent, il n'explicite les répércussions de l'investissement ni sur le système économique donné, ni sur le système spatial formé.

Dans ce modèle, la maximisation de la consommation devient un objectif principal dont la réduction de coûts de tranports interrégionaux est une composante. En conséquence, l'affectation optimale des investissements semble se formuler par une répartition de la richesse en faveur des régions réunissant un fort potentiel et des flux interrégionaux importants au détriment de régions ayant des flux interrégionaux peu importants.

Pour ce qui est du mode de calcul, il semble que le modèle de KANG HU formule la demande d'infrastructures très simplement. Ce qui est intéressant dans le modèle de KANG HU, c'est l'existence d'un target à viser dans la fonction d'objectif.

Pour les pays en développement où les objectifs de développement sont souvent déterminés par des pressions socio-politiques de facon à masquer la réalité économique du pays, la présence d'un target prédéterminé semble néanmoins adaptable à la programmation des investissements.

La tâche du planificateur est donc de réaliser cet objectif avec les ressources techniques et économiques

disponibles dans ces pays.

Le modèle de PRASTACOS est très utile pour les investissements d'infrastructures importants dans les pays disposant d'un système d'information très sophistiqué. Mais il suscite beaucoup de doutes et d'intérrogations, si l'on tente de l'appliquer dans les pays en développement.

Mais pourquoi utiliser ce modèle si la méthode des effets est la plus performante pour assurer les mêmes résultats avec des renseignements moins sophistiqués.

Il est certain que le mode de calcul du modèle de PRASTACOS et alii., est sophistiqué. Il permet de donner des renseignements précis sur les investissements à consacrer à tous les secteurs de l'économie, ce que la méthode des effets peut obtenir avec le mode de calcul la plus simple.

Néanmoins, les deux modèles d'optimisation considérent que les budgets d'investissement sont un bien rare, et donc il est indispensable de les mettre comme une contrainte fixe par rapport aux objectifs visés.

La contrainte budgétaire n'est d'ailleurs pas explicitée dans la méthode des effets, au moins que nous ne savons pas encore l'idée des auteurs de la mettre en place dans la méthode.

Les résultats présentés dans ces modèles sont sans doute issus d'une approche globale des investissements dont l'interdépendance est prise en compte (dans le modèle de PRASTACOS).

En effet, l'approche par optimisation sous-contrainte nous semble plus adaptable à la programmation des investissements en pays en développement. Les budgets de ces pays sont aussi des biens rares qui exigent une coordination au niveau de la politique budgétaire et qui exigent aussi une bonne gestion au niveau de la programmation.

(2). Modèles par approche multi-critère : un modèle à la subjectivité des agents.

Un des aspects importants de ces modèles, notamment les méthodes ELECTRE et de rangs, est ce qu'elles permettent d'intégrer les variables tant quantitatives que qualitatives.

Elles permettent d'évaluer le variables non mesurables, même de facon subjective du point de vue des experts compétents. Celà repond au besoin des pays en développement, où les effets souhaités de l'investissement en transports ne sont seulement pas mesurables mais aussi non mesurables, tels que : les effets sur l'amélioration du cadre de vie, sur les comportements sociaux des usagers , etc..

La relation des transports et du comportement social des usagers peut, à notre avis, donner le jour à une nouvelle branche de la science des transports, la psycho-sociologie des transports.

On peut voir maintenant les précautions importantes exigées pour l'utilisation de ces modèles.

Parmi ces précautions figurent l'évaluation des variables ou critères retenus et l'équivalence entre ces critères. L'évaluation et l'équivalence rélèvent de jugements subjectifs, elles varient donc selon l'époque et le lieu.

Bien que les modèles soient affinés pour tenter d'évaluer les critères retenus, il reste que la subjectivité ou le choix de l'utilisateur est déterminant dans les modèles multi-critères.

Par ailleurs, la prise en compte de l'espace, notamment des effets non-mesurables, peut être intégrée à l'analyse multi-critère à condition de donner un poids d'équivalence et d'évaluation.

Ce que l'on est en difficulté à trouver une justification théorique dans ces modèles, est l'absence de règle pour fixer l'équivalence d'un critère par rapport à un

autre. On peut formuler que 10 % du critère de taux de croissance équivaut à 100 millions francs dans une analyse multi-critère par exemple, mais on peut dire aussi dans une autre analyse que ce pourcentage équivaut à 5 millions francs.

Les performances de ces modèles sont très dépendantes de l'évaluation et de l'équivalence subjectives des agents concernés lors de leur utilisation.

On verra ces performances dans la formation de l'espace des pays en développement.

Il est vrai, en quelque sorte, que les effets d'un investissement sur la formation spatiale sont plutôt non mesurables que quantitatifs. Leurs effets sur l'implantation des agents, les économies externes,et sur la relation de secteur moderne au secteur traditionnel ne peuvent être approchés que d'une manière non quantitative, vu la limitation des renseignements disponibles dans ces pays.

A cet égard, l'analyse multi-critère peut jouer un rôle important, au moins au stade préliminaire d'une esquisse de projet, pour sélectionner les projets les plus promettant sur les effets spatiaux bénéfiques non mesurables.

La prise en compte du facteur spatial dans ce type de modèles n'est donc que d'une facon subjective de

l'utilisateur ou des experts compétents. Il n'est donc pas question d'expliciter le mécanisme de l'insertion de l'investissement à évaluer à la formation spatiale, surtout dans une condition où les renseignements nécessaires pour l'expliciter sont insuffisants comme dans les pays en développement.

2.4. Conclusion du chapitre II.

L'analyse énoncée plus haut sur les modèles de choix des investissements en infrastructures de transports nous a permis de tirer quelques remarques importantes.

Premièrement, les modèles cités en annexe 1, ne prennent généralement pas en compte l'aménagement de l'espace.

La prise en compte de l'espace n'est que partielle soit comme bien économique, soit comme milieu de propagation des phénomènes économiques, mais elle ne reprend pas ces deux définitions à la fois.

Pourtant, il est nécessaire de les retenir toutes les deux. l'espace pris comme bien économique est une variable faisant partie intégrante de l'implantation des agents économiques, considéré comme facteur de production, il

est intégré en facteur de production.

D'autre part, l'espace en tant que milieu de propagation des phénomènes économiques tels que: effets externes, développement induit, joue un rôle important dans la constitution de la structure et de la formation spatiale, qui servent de base à l'aménagement de l'espace.

La première remarque révèle aussi la deuxième, celle sur la nécessité d'évaluer la pratique des modèles analysés dans les pays en développement.

Les infrastructures de transports dans ces pays, en plus de leur fonction d'assurer le trafic, doivent être considérées comme un instrument de l'aménagement de l'espace, en raison de leur relation à la formation spatiale qui est très importante.

La programmation d'investissements de ces infrastructures dans ces pays ne doivent donc écarter leurs effets sur la formation spatiale, notamment sur les problèmes rencontrés dans l'aménagement de l'espace.

La formation de l'espace dans ces pays comporte de différentes caractéristiques de celle des pays développés, et en conséquence, l'aménagement de l'espace dans ces pays a aussi de différents problèmes de ceux des pays développés.

Il est donc utile de résumer les applications de ces modèles en fonction de la situation et des limitations propres à ces pays, notamment de la prise en compte de l'espace et de la formation spatiale de ces pays.

Ce résumé est une grande importance pour les responsables de la programmation des investissements en transports car il leur permet de choisir le modèle adaptable aux conditions et objectifs imposés.

Le tableau 2.1. présente ce résumé des applications des modèles analysés.

Nous considérons que les points abordés ci-dessus justifient notre hypothèse générale au chapitre I, où la prise en compte de l'espace et la relation des investissements en transports à la formation spatiale sont importantes.

Nous considérons aussi ces aspects abordés comme des données de base importantes de notre étude, à savoir la conception d'une procédure d'affectation des investissements

en infrastructures de transports mise en relation avec l'aménagement de l'espace, avec pour référence des pays en développement.

Tableau 2.1.

Résumé général des modèles de choix d'investissements de transports du point de vue de la prise en compte de l'espace et de l'application aux pays en développement

Modeles	hypotheses générales	approche	mode de calcul	prise en compte de l'espace ou formation spatiale	adaptabilité d'application dans les PVD
.approche partielle de choix des investissements					
- analyse coûts-bénéfices.	toutes hypotheses d'equilibre général -équil.offre et demande -plein emploi -concurrence parfaite,etc	variation surplus collectif ou variation d'avantages des agents considérés	valeurs actualisées de surplus par rapport a l'investissemt.	- tres peu ou non.	-adaptable pour invest.moins important, de taille modeste ou n'imposant pas des effets importants dans l'économie.
- méthode des effets.	-hypothese de satisfaction de la demande final intérieure -hypothese de sous-emploi généralisé de la M.O. -hypothese de systeme de prix constant.	variation de valeur ajoutée	variation de composants des prix auprès de divers agents ventilation de valeurs ajoutées dans les secteurs d'économie.	- les effets spatiaux ne sont pas considérés.	-adaptable pour l'infra.à plein densité de trafic,avec précautions sur les hypotheses. -peut être adaptée dans n'importe quel type d'infrastruc. avec précautions sur la ventillation de coûts et de valeurs ajoutée dans l'espace,et sur la restrict.budgétr.
.approche de choix d'investissements par évaluation global.					
- modele d'optimisation sous contrainte.	-affectation optimale des ressources dans une condition d'équilibre budgétaire.	- optimisation des variables de décisions sous contrainte budgétaire et de capacité.	-divers ; programmation linéaire,non linéaire, dynamique,etc	- prise en compte diverses;l'espace comme bien-éco., ou espace comme un milieu de fonctionnement des activités et des effets.	-peut être adaptée dans n'importe quel type d'invest. avec précautio sur la variat. de coûts et de prix dans l'espace. -adaptée pour l'infra.dont les effets sociaux plus importants que économiques.
- analyse multi critere. (type ELECTRE).	-hypothese d'équivalence entre unité et entre niveaux.	- valorisation de criteres d'équivalence entre unités et entre niveaux.	-la regle de surclassement; indice de concordance et de discordance		

CHAPITRE III

PRINCIPES D'AFFECTATION DES INVESTISSEMENTS EN INFRASTRUCTURES DE TRANSPORTS DANS L'AMENAGEMENT DE L'ESPACE DES PAYS EN DEVELOPPEMENT

3.1. Introduction.

La nécessité de prendre en compte l'aménagement de l'espace dans le choix des investissements en infrastructures de transports implique un recours aux principes théoriques et émpiriques d'affectation des ressources dans l'espace.

De plus, les caractéristiques spécifiques aux pays en développement tant pour les problèmes spatiaux que pour celui de l'aménagement d'infrastructures de transports, nous oblige à préciser ces spécificités, notamment les plus pertinentes pour la procédure à mettre au point.

C'est pourquoi, le contenu de ce chapitre se divise en deux parties, l'une qui élabore les principes fondamentaux d'affectation optimale des investissements en infrastructures de transports dans l'espace, et l'autre qui traite les

principes d'application de cette affectation aux pays en développement.

3.2. Principes de base d'affectation des investissements en infrastructures de transports dans l'espace.

3.2.1. Infrastructures de transports comme instrument de l'aménagement de l'espace : quel mécanisme ?

Dans la formation de l'espace, soit de l'espace urbain, soit d'une région, les infrastructures de transports ont au moins deux effets directs, qui sont interdépendants :
- les effets liés à la réduction de coûts de transports des agents, permettant de réduire les coûts de production pour les entreprises et d'augmenter les revenus de ménage (en raison de réduction de coûts de deplacement);
- les effets liés à l'amélioration d'accès des agents à un espace plus étendu. La construction ou l'amélioration d'une infrastructures de transports permet aux entreprises ou aux usagers de transporter leurs produits ou de se déplacer vers un endroit plus éloigné.

A l'heure actuelle, la part des coûts de transports dans les coûts totaux de certains biens est de plus en plus réduite. Cela vient du fait que les moyens de transports sont de plus en plus performants en matière d'économie de carburants (les carburants sont par ailleurs un élément important dans les coûts d'exploitation des véhicules).
(voir aussi I.LIVINGSTONE,1986)

Les coûts de transports compte en générale pour moins de 5 % des coûts totaux de produits fabriqués (voir E.QUINET, 1982). Une de nos autres études en Indonésie, montre aussi que les coûts de transports représentent moins de 7 % du coût total de certains produits agricoles (S.ROYAT, 1982). Elle ajoute que l'avantage majeur d'une amélioration des infrastructures de transports est lié à la capacité des entreprises agricoles à transporter leurs produits vers les plus grandes villes, où ils peuvent vendre à de meilleurs prix.

C'est pourquoi, la réduction de coûts de transports n'est pas les seuls effets d'une construction ou d'une amélioration des infrastructures de transports. L'amélioration d'accès des agents considérés pour qu'ils puissent atteindre les centres ou les endroits éloignés, est aussi importante dans cette construction ou amélioration.

Les infrastructures de tranports dans la formation spatiale jouent un rôle important. Leur rôle apparait notamment dans la constitution d'un espace plus accesible, où chaque point ou centre dans l'espace donne peut être atteint plus facile.

Leur rôle est aussi dominant dans les localisations des activités. L'implantation des activités autour d'un réseau d'infrastructures de transports est pour de raison

d'obtenir une localisation sur un lieu plus accessible.

Le rôle de cette infrastructure comme l'organisateur de l'espace est d'ailleurs souvent constaté par J.FRIEDMANN et W.ALONSO (1975). L'organisation de l'espace est une interrelation entre différentes fonctions de l'espace. Alors, dans cette organisation, les interrelations entre toutes les fonctions de l'espace sont assurées par le réseau d'infrastructures de transports.

Un réseau assurant le bon fonctionnement de cette interrelation peut rendre un espace plus accessible, et par conséquence, il peut élargir le choix des localisations des activités dans l'espace donné.

L'aménagement de l'espace ou le développement spatial, d'après ces auteurs, est une réalisation d'un espace accessible qui assure le bon fonctionnement des interrelations entre les activités dans l'espace donné, afin que le développement puisse être induit sur toutes les parties de l'espace en question.

En effet, on peut considérer que le rôle des infrastructures de transports dans l'aménagement de l'espace est d'améliorer l'accès des agents considérés (ou des activités) soit à l'intérieur de l'espace donné, soit vers l'extérieur du système spatial concerné.

En d'autres termes, on peut considérer que ces infrastructures dans l'aménagement de l'espace, sont un instrument pour assurer les bon accès intra et interrégionaux des agents dans le système spatial donné.

Si un système spatial comporte de centres ou de localisations des agents ou des activités contenant de différentes fonctions (habitation, industrie, commerce, etc..), et d'interrelations entre ces centres, on peut aussi considérer la relation entre l'accessibilité des agents et la structure de l'espace en termes d'interrelation plus maillée des différents centres.

Les effets des infrastructures de transports sur la formation spatiale en termes d'amélioration du niveau d'accessibilité, fonctionnent de deux manières (voir aussi J.B.McLOUGHLIN,1969) :

- les effets liés à la localisation ou relocalisation des activités dans les lieux plus accessible ;
- les effets liés à la structuration de l'espace du fait de l'interrelation des centres dans l'espace, permettant les propagations de développement les plus poussées d'un centre à l'autre.

Il semble nécessaire de mettre en évidence le principe général de l'accessibilité des agents en fonction de

la structure de l'espace. Cela fait le sujet de la partie suivante.

3.2.2. Concept d'accessibilité spatiale.

Le concept d'accessibilite peut s'exprimer de diverses manières. L'accessibilité potentielle d'une région est exprimée en un rapport de masse (population, mains d'oeuvre, etc.), entre centre i et j, indiquant la potentialité de déplacement (voir E.K.MORLOK, 1978), tandis que l'accesibilité temporelle est un rapport temps - distance sur un troncon de route par exemple.

Du point de vue de formation de l'espace, le concept d'accessibilité va plutöt dans le sens d'une interrelation de tous les centres/points dans l'espace donné, que dans le sens d'un rapport temps /distance ou de potentialité.

En effet, on pourra introduire le concept d'accessibilité spatiale qui indique un niveau d'interrelation entre les points ou les centres (noeuds) dans un espace donné.

La théorie des graphes peut expliquer clairement les termes d'interrelation des points. Pour celà, on peut faire recours à l'ouvrage de M.GONDRAN et M.MINOUX (1984) traitant explicitement les principes de cette théorie.

Il est indiqué dans cet ouvrage, qu'un réseau (ensemble d'interrelation des points) est considéré maillé si les interrelations sont homogènes. Un réseau maillé peut alors offrir plus d'accessibilité dans le système ou dans l'espace donné qu'un réseau non maillé. Un réseau à interrelation homogène et hétérogène est présenté dans les figures 3.1. et 3.2.

Figure 3.1.

Réseau à interrelation homogène.

(réseau maillé.).

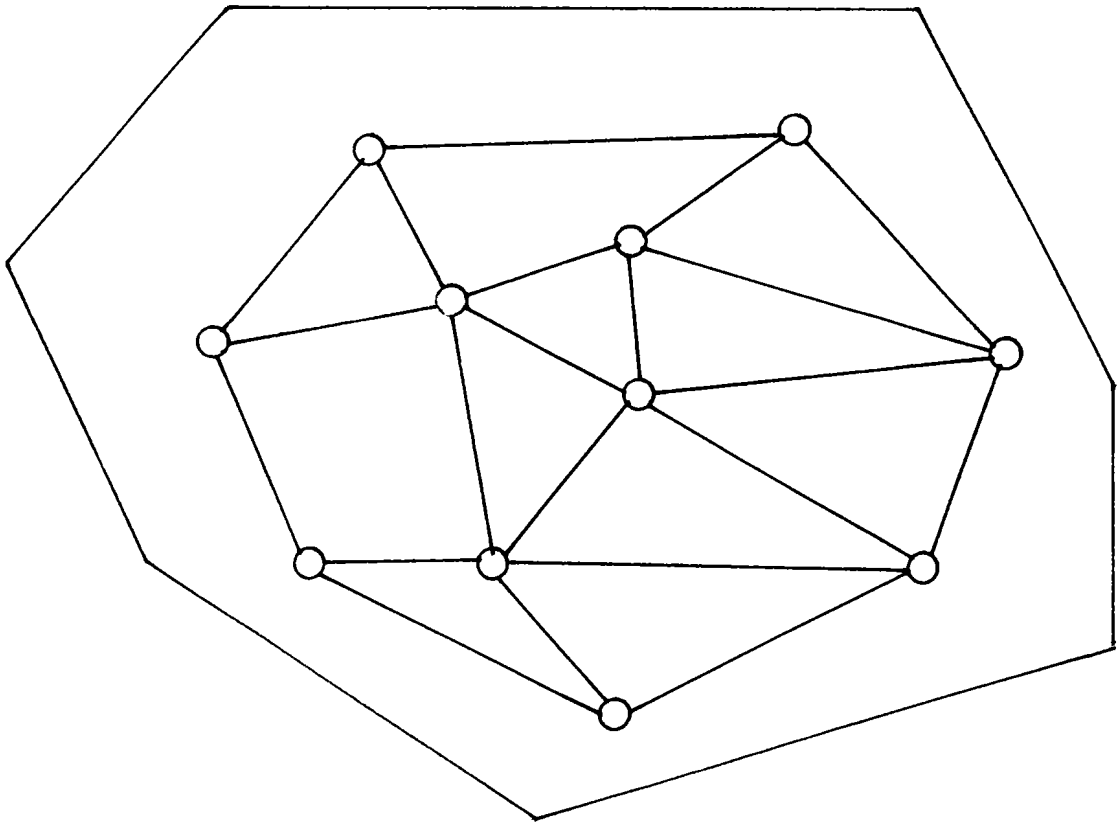
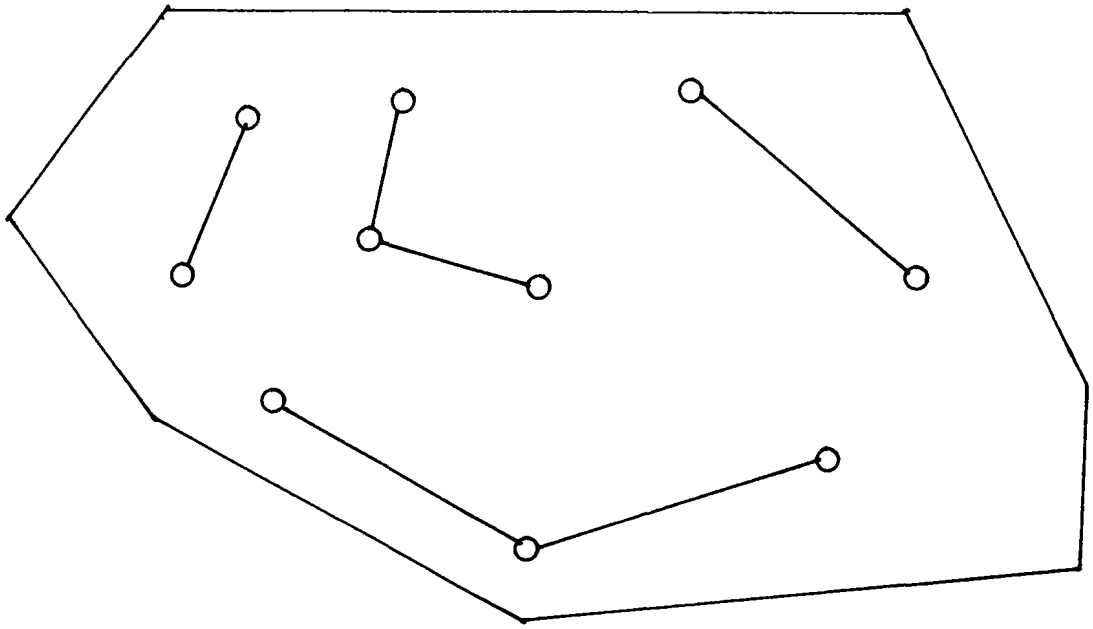


Figure 3.2.

Réseau à interrelation hétérogène

(réseau non maillé.).



De l'explication ci-dessus, il se dégage clairement le niveau d'accessibilité spatiale d'un réseau donné est dépendant du niveau de maillage des interrelations entre les points donnés de ce réseau.

Pour appliquer ce principe aux programmes d'infrastructures de transports mis en relation avec l'aménagement de l'espace, il faudra une mesure qui peut indiquer le niveau d'accessibilité spatiale des infrastructures données. C'est le sujet à aborder dans la partie qui suit.

3.2.2.1. Indicateur d'accessibilité spatiale.

L'ouvrage de Monsieur G.DUPUY (1985) sur les principes réseautique territoriale montre clairement le rapport entre comportement des réseaux maillés et non maillés avec le système spatial donné.

A partir des idées évoquées dans cet ouvrage, nous pouvons élaborer dans cette étude un indicateur d'accessibilité spatiale qui sera important dans l'analyse de réseau de notre procédure d'affectation des investissements en infrastructures de transports.

D'après M.DUPUY, le système doit être distingué du réseau, car le réseau participe à l'organisation du système. Il participe aussi à la régulation du système. Les deux fonctions du réseau par rapport du système sont importantes dans l'analyse d'un réseau d'infrastructures de transports à la formation de l'espace.

Cet ouvrage a établit une relation entre cinq propriétés du réseau et le système. Il s'agit de : connexité, connectivité, homogénéite, isotropie, et nodalité. Mais pour la constitution de notre concept d'accessibilité spatiale, nous n'aborderons que les deux premières propriétés qui nous paraissent très dominantes dans ce concept.

La connexité est, dans cet ouvrage, un concept topologique qui permet de caractériser le réseau de relations entre sous-systèmes d'un réseau territoriel. Une forte connexité signifie que les relations concernent de nombreux éléments du système (Figure 3.3.).

La connexité du réseau a pour l'aménagement (de l'espace) une signification immédiate. Elle traduit le fait que le réseau solidarise ou non les divers éléments du système en assurant la condition minimale de sa cohésion.

Figure 3.3.

Connexité d'un reseau.

Graphe (et réseau) non-connexe

Graphe (et réseau) connexe

Graphe (et réseau) fortemer connexe

source;empruntée de l'ouvrage G.DUPUY (1985).

La connectivité se défini en fonction des possibilités de relations directes et alternatives offertes par le réseau. Une forte connectivité conduit à une sorte de

supra-connexité, maillant le réseau et renforcant son caractère de solidarité au système.

Dans ces deux propriétés, on peut trouver les fondements du concept d'accessibilité spatiale. Un réseau à une forte connectivité est certainement un réseau connexe, et aussi un réseau relativement maillé.

Le niveau d'accessibilité spatiale peut donc se mesurer aussi à partir du niveau de connectivité du reseau concerné. Parce qu'un réseau plus maillé ayant une forte connectivité offre un niveau d'accessibilité plus élevé qu'un réseau non maillé.

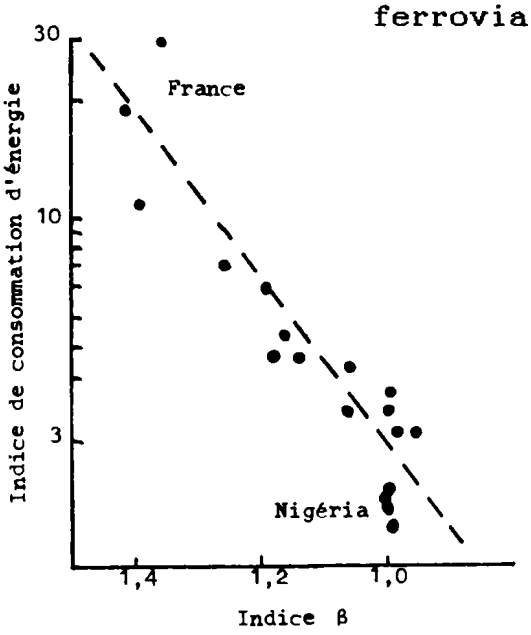
La connectivité peut alors être mesurée par de diverses indices. L'indice γ qui est une évaluation du maillage d'un réseau, est obtenue en établissant un rapport entre le nombre de circuits existants dans ce réseau et le nombre maximum de circuits qui pourraient présenter un graphe ayant le même nombre de noeuds.

Ou bien l'indice β, qui mesure l'importance des liaisons directes entre les éléments du système donné indépendemment des liaisons indirectes assurées par la connexité.

On pourra avoir recours à un indice plus simple, c'est-à-dire l'indice β qui est le rapport du nombre d'arêtes au nombre de noeuds dans le réseau donné. Cet indice a été formulé par KANSKY J., (voir G.DUPUY, 1985). Il a été utilisé pour mettre en relation le niveau de développement général des 18 pays (mesuré par un indice de consommation d'énergie) avec la connectivité du réseau ferroviaire (figure 3.4.).

Figure 3.4.

Niveau de développement et connectivité de réseau ferroviaire.



Source : G.DUPUY (1985).

Malgré son imprécision critiquable, cet indice a néanmoins pu montrer la forte relation existant entre le niveau de développement de ces pays et la connectivité du réseau ferroviaire qu'ils possédent.

L'indicateur d'accessibilité spatiale de notre concept, qui n'est qu'un indicateur de maillage du réseau, peut se mesurer à partir du rapport entre l'indice de connectivité β et la connectivité minimale pour qu'il existe une relation dans un réseau donné.

Supposons qu 'un réseau R avec N noeuds ou centres, et L arêtes ou liaisons. Pour qu'il existe au moins une relation dans ce réseau, il faut au minimum N - 1 arêtes ou liaisons.

On peut alors formuler la connectivité minimale devant exister dans le réseau R, comme étant égale à :

$$\beta_{min.} = \frac{\text{nombre d'arêtes min.}}{\text{nombre de noeuds}} = \frac{L_{min.}}{N} = \frac{N-1}{N} \qquad (3.1).$$

Un tel réseau peut mesurer son indice de connectivité β, sous forme :

$$\beta_R = \frac{\text{nombre d'arêtes existantes}}{\text{nombre de noeuds}} = \frac{L_R}{N_R} \qquad (3.2)$$

Le niveau d'accessibilité spatiale selon la définition ci-dessus, est le rapport entre l'indice de connectivité existante et la connectivité minimale requise, soit :

$$a_R = \frac{\beta_R}{\beta_{min.}} = \frac{L_R / N_R}{N_R - 1 / N_R} = \frac{L_R}{N_R - 1} \quad (3.3).$$

Où ;

a_R = niveau d'accessibilité spatiale du réseau R,

β_R = indice de connectivité existante,

$\beta_{min.}$ = la connectivité minimale requise dans le réseau R,

L_R = nombre d'arètes ou de liaisons dans le réseau R,

N_R = nombre de noeuds ou de centres dans le réseau R.

Un exemple de calcul du niveau d'accessibilité spatiale d'un réseau est présente dans la figure 3.5. ci-après.

Les interprétations de résultats obtenus avec cet indicateur sont en principe comme suit :

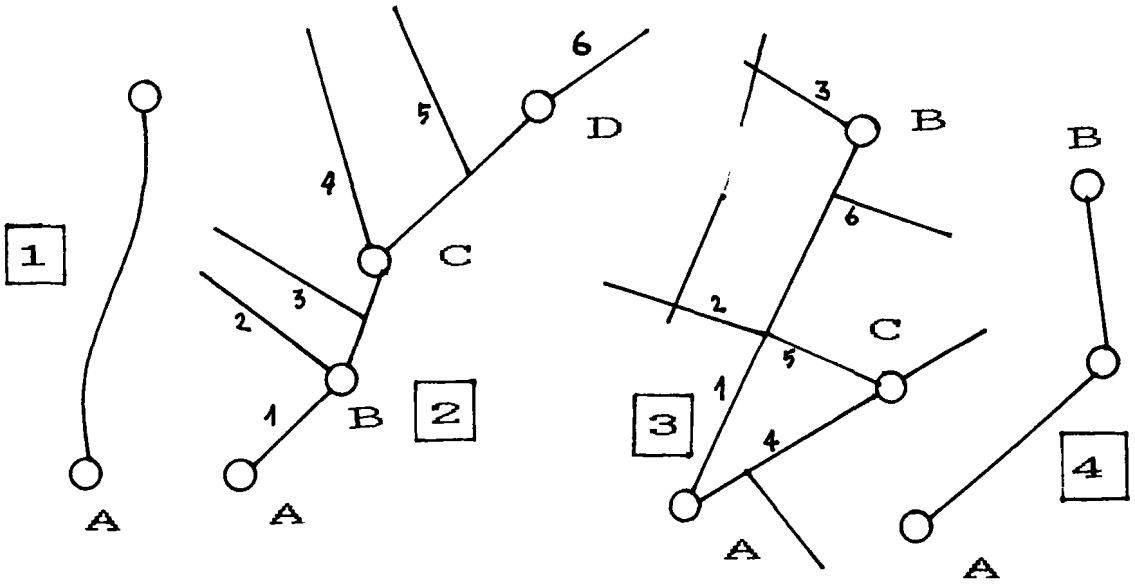
a = 1 ; que le troncon analysé assure les relations au niveau minimal.

a > 1 ; que le troncon donné offre une accessibilité spatiale plus grande que le troncon ayant (a) égal à 1, parce que le

premier relie un plus grand nombre de noeuds et de liaisons.

a < 1 ; implique que le tronçon donné n'offre pas une accessibilité suffisante pour constituer au moins une relation entre les noeuds concernés.

Figure 3.5.
Exemple de mesure d'indicateur d'accessibilité spatiale d'un réseau.



cas 1: tronçon AB
a =1/1=1
AB

cas 2: tronçon AD
a =6/3=2
AD

cas 3: tronçon AB
a =6/1=6
AB

cas 4: tronçon AB
a =1/2=0,5
AB

Dans ces exemples, le réseau est défini par un ensemble de centres et de liaisons. Les liaisons prises en compte dans cet indicateur sont celles qui se relient tant aux centres dans le tronçon concerné, qu'au tronçon donné d'une manière directe.
Parallèlement, les centres pris en compte dans cet indicateur sont tous les centres passés ou traversés directement par le tronçon donné.

Il convient maintenant d'aborder un principe fondamental d'affectation des ressources dans l'espace, la base d'élaboration de notre procedure.

3.2.3. Modèle théorique de l'affectation optimale des ressources dans l'espace : base de la procédure à élaborer.

A l'origine, la théorie de l'affectation optimale des ressources ne prend pas en compte l'espace dans ses deux dimensions : de bien économique et de milieu de propagation des facteurs économiques.

Le concept d'équilibre général (type Walrasien) sur lequel repose cette théorie considére l'espace seulement comme une variable de localisation influençant le comportement rationnel du producteur au même titre que les autres facteurs de production.

De nombreux théoriciens ont successivement introduit le facteur espace dans la théorie d'équilibre général. Parmi les auteurs citons, VON THUNEN avec la théorie de la localisation agricole (1826), et A.WEBER avec la théorie de la localisation industrielle (1909). Le premier est considéré comme pionnier de l'économie spatiale (J.LAJUGIE; P.DELFOUD; C.LACOUR, 1979).

La prise en compte du facteur de l'espace dans la théorie de l'affectation des ressources a permis de dégager la conception d'optimum spatial.

C'est dans ce courant d'idées que M.MOUGEOT a présenté son ouvrage, paru en 1975, sur l'affectation optimale des ressources dans l'espace.

Le concept de M.MOUGEOT couvre à la fois dans son ensemble les deux aspects de l'espace; espace-bien économique et espace-milieu. Il permet ainsi d'expliquer le mécanisme des effets externes dans l'espace donné, imposés par le choix de localisation des agents économiques, ce qui est important dans l'analyse d'affectation spatiale des investissements de transports.

M.MOUGEOT a considéré que l'affectation des facteurs de production et des biens finaux parmi les agents économiques va initialement s'effectuer dans l'espace préformé. L'espace préformé lui même, est un espace doté de certaines richesses initiales, naturelles (matières premières) ou non (infrastructures, équipements collectifs). L'affectation initiale de ces facteurs et de ces biens suit donc la répartition spatiale de ces richesses.

Par ailleurs,l'affectation optimale des ressources suppose aussi une structuration optimale de l'espace

économique et on peut trouver, dans ce processus, un espace en formation.

En d'autres termes, d'après lui, la composition et le volume des productions et consommations sont optimaux si la localisation des agents est elle-même optimale, et celà au plan individuel comme au plan social.

En effet, la réalisation de l'optimum spatial peut alors s'analyser comme la résultante et l'interdépendance de trois champs d'optimisation différents liés à :

A- la répartition spatiale des dotations de facteurs,

B- la formation de l'espace économique : localisation des agents,

C- l'affectation des flux de biens et de facteurs.

La deuxième optimisation (B) est abordée précédemment dans le chapitre II, et elle comprende ; le processus de localisation des agent économiques qui suit la première optimisation (A) et le processus de transformation spatiale qui caractérise à la suite, l'affectation des flux de biens et de facteurs (C).

Pour obtenir une optimisation globale , il faut traiter ces trois champs d'optimisation , car ils sont interdépendants.

Le modèle de MOUGEOT partait de la recherche des états optimaux de chaque agent économique considéré : les consommateurs, les entreprises productrices, et les entreprises de transports.

On suppose dans ce modèle que chaque agent maximise sa fonction de bien-être selon sa préférence sous certaines contraintes endogènes (la capacité d'agent concerné de satisfaire sa fonction de bien-être) ainsi que exogènes (imposées par certains facteurs: la disponibilité des ressources naturelles,etc.).

Si l'on admet que S(gj) est une fonction de satisfaction de l'agent g dans la région j,qui forme un ensemble de consommation de biens i [x(i)],on peut formuler d'une manière générale la fonction de satisfaction du bien-être des agents, qui est un ensemble de consommation possibles satisfaisant aux conditions d'équilibre des marchés, aux contraintes technologiques, et aux contraintes apportées par les dotations limitées de facteurs de production, soit ;

$$\text{MAX} \sum_{gj} \sum_{j} a_{gj} . S_{gj} \left(x_{gj}^{i} \right) \qquad (3.4)$$

Où ;

a_{gj} = coefficient d'utilité marginale des revenus de l'agent g de la région j,en fonction de l'utilité des autres agents dans une condition d'optimum Parétien. En d'autres termes,il indique une possibilité de satisfaire au bien-être de l'agent g

par rapport à d'autres agents, en fonction de la disponibilité des revenus de l'agent g.

S_{gj} = fonction de consommation de l'agent g dans la région j.

x^{i}_{gj} = bien i consommé par l'agent g dans la région j.

gj = 1,2,....,Gj; nombre d'agents dans la région j.

j = 1,2,....,n ; nombre de régions ou de marchés qui se localisent dans la région concernée.

La fonction ci-dessus est soumise aux conditions et aux contraintes suivantes;

1. Condition d'équilibre des marchés.

- marché des biens finaux.

En chaque lieu et pour chaque bien, les quantités achetées par les consommateurs et les entreprises de transports ne peuvent excéder les quantités vendues en ce lieu, soit;

$$\sum_{gj} x^{i}_{gj} + \sum_{sj} q^{i}_{sj} < \sum_{h} \sum_{rh} q^{irh}_{j} \qquad (3.5.)$$

$i:1,\ldots I$
$j:1,\ldots n$

Où;

q^{i}_{sj} = quantité de biens finaux i utilisés par l'entreprise de transport s dans la région j.

$\sum_{rh} q^{irh}_{j}$ = production nette du bien i par l'entreprise r de la région h vendue sur tous les marchés ou région j.

- marché des services de transports.

La somme des demandes des services de transports de toutes les firmes situées en chaque région h ne peut pas excéder l'offre du secteur, soit;

$$\sum_{rh} T_{rh}\,(q^{irh}_{j}, y^{rh}_{kl}) < \sum_{sh} q^{t}_{sh} \qquad (3.6)$$

$k:1,..n$

Où ;

T^{rh}_{irh} = fonction de demande des services de transports de l'entreprise rh.

q^{rh}_{j} = quantité de biens i vendus (si >0) ou achetés (si<0) par l'entreprise r de la région h à la région j.

y^{t}_{kl} = quantité de facteurs transportables k de la région l livrés à l'entreprise r de la région h.

q^{sh}_{t} = quantité de services de transports t offerts par l'entreprise de transports sh.

2.Contraintes technologiques.

Ce sont les fonctions de production des entreprises productrices (rh) et de transports (sh) qui imposent les contraintes suivantes ;

$$f^{rh}\left[\sum_{j} q^{irh}_{j}, \sum_{l} y^{rh}_{kl}, y_{k'rh}\right] > 0 \quad (3.7)$$

$h:1,\ldots,n$

$rh:1,\ldots Rh$: nombre d'entreprises productrices.

$$f^{sh}\left[q^{t}_{sh}, q^{i}_{sh}, y^{sh}_{kh}, y_{th'}\right] > 0 \quad (3.8)$$

$sh:1,..Sh$: nombre d'entreprises de transports.

Où ;

$Y_{k'rh}$ = consommation totale par l'entreprise rh de facteur fixe k' ou du service rendu par l'équipement k' dans l'unité de temps.

q^{i}_{sh} = quantité du bien final i utilisée par l'entreprise sh.

y^{sh}_{kh} = quantité de facteurs utilisés par l'entreprise sh.

$y^{sh}_{th'}$ = "quantité" de services d'équipements fixes t (infrastructures de transports)de la région h',utilisés par l'entreprise sh de la région h.

3.Dotations régionales.

-Conditions de limitations des facteurs transportables, soit :

$$\sum_{h}\sum_{rh} y^{rh}_{kl} + \sum_{sl} y^{sl}_{kl} < V^{-}_{kl} \qquad (3.9)$$

$k:1,\ldots,K$
$l:1,\ldots,n$

Les quantités utilisées de facteurs par les entreprises productrices sont, au plus, égales aux quantités disponibles dans chaque région,
d'où ;

V^{-}_{kl} = les disponiblités du facteur k dans la région l.

y^{rh}_{kl} = consommation totale de facteur transportable k par l'entreprise r de la région h.

y^{sl}_{kl} = consommation totale de facteur transportable k par l'entreprise de transport s de la région l.

- conditions de limitations des facteurs non transportables.
En chaque région, il existe un stock de facteurs fixes qui ne peuvent, à court terme, être utilisés que dans la région concernée, soit ;

$$\sum_{rh} Y^{rh}_{k'rh} < V^{-}_{k'h} \qquad (3.10)$$

$k':1,\ldots K'.$

Où ;

$V^{-}_{k'h}$ = le stock de facteur k' dans la région h.

$y^{rh}_{k'h}$ = consommation totale par l'entreprise rh de facteur fixe k' ou du service rendu par l'équipement k' dans l'unité de temps.

De même, les équipements utilisés par les entreprises de transports sont également en quantités fixes, soit ;

$$\sum_{h}\sum_{sh} y^{sh}_{th'} < V^{-}_{th'} \qquad (3.11)$$

$h':1,\ldots,n$

d'où ;

$V^{-}_{th'}$ = dotation en infrastructure de transport dans la région h'.

$y^{sh}_{hsh\ th'}$ = "quantité" de services des infrastructures de transports h' utilisée par les entreprises de transports sh dans les régions h.

Le modèle recherche ensuite une condition d'optimum en utilisant la méthode classique de type Lagrangien. L'optimum, dans ce modèle, peut alors se définir sous forme d'une condition d'équilibre de satisfaction pour les agents concernés.

M.MOUGEOT a considéré que l'équilibre devait pouvoir être défini en prenant en considération trois propositions :
- les consommateurs maximisent leur indice d'utilité sous une contrainte définie par leur revenu,
- les producteurs maximisent leur profit sous une contrainte technologique;
- les marchés sont en équilibre.

Il convient de remarquer, que l'espace est intervenu dans ce modèle à la fois sous forme de variable dans le choix de la localisation des agents et sous forme de donnée dans les dotations de facteurs de production utilisés par les agents.

Dans le modèle ci-dessus, on peut admettre que l'action de l'Etat repose sur un objectif de maximisation de l'utilite collective des agents considérés.

Pour équilibrer le marché et maximiser l'utilité collective, l'Etat peut intervenir de deux manières :
- soit consacrer les investissements pour améliorer les

services rendus par les équipements aux consommateurs et entreprises (productrices et de transports) ,
- soit aider certaines entreprises par des aides financières (primes, subventions,..) ou par des moyens règlementaires (régulation,..) à s'implanter à certaines localisations en faveur des régions déprimées.

Nous nous intéressons plutôt à la première manière que le modèle développe par la suite.

3.2.3.1. Politique d'investissements publics par référence à l'aménagement de l'espace dans le modèle de MOUGEOT.

Le modèle de MOUGEOT partait de la constatation que les revenus régionaux (ou d'autres critères de bien-être regional) sont en condition déséquilibrée et que l'intervention de l'Etat est nécesaire pour que ces disparités de revenus soient réduites.

Par ailleurs, les biens publics peuvent être considérés comme un des moyens d'intervention (de l'Etat) du fait que leur consommation s'assortit d'effets externes. En d'autres termes, ils figurent dans les fonctions de préférence des individus ou des agents économiques.

Deux manières d'interventions se présentent dans la politique concernant ces biens publics ;
- ou bien l'Etat considère les biens publics comme

indispensables à toutes les régions, soit ;

$$\frac{dU_b}{dS_j} = 1$$

(S_j étant l'utilité de région j et U étant la fonction d'utilité collective de bien j).

L'affectation peut s'effectuer de manière efficace en fonction des demandes régionales, afin qu'il y ait une égalisation des utilités marginales du bien collectif pour toutes les régions.

- ou bien l'Etat considère les biens collectifs comme un élément d'une politique de structuration de l'espace et décide de faire varier la quantité de biens alloués à chaque région en fonction des objectifs de cette politique. A rappeler que l'objectif de la politique est la réduction des disparités régionales.

Une telle politique de rédistribution des biens publics,a-t-il-constaté, ne change guère l'équilibre en terme de localisation des agents (ou des entreprises) et en terme de flux de biens finaux et intermédiaires dans les régions, si la capacité de production régionale n'est pas augmentée, plus particulièrement la productivité marginale du travail.

C'est pourquoi, l'intervention de l'Etat dans la politique d'investissements publics à des fins de

structuration équilibrée de l'espace devra simultanement concerner ;
- l'augmentation de capacité de production des entreprises dans toutes les régions,
- l'accroissement des revenus des salariés,
parallèlement à la prise en compte de la contrainte budgétaire qui s'impose dans la réalisation de cette politique.

Le principe d'affectation optimale des ressources dans l'espace mis au point par M.MOUGEOT peut au moins révèler quelques remarques importantes concernant :
- le rôle des infrastructures et autres équipements collectifs dans la répartition des ressources et des agents dans l'espace ;
- les effets externes de la répartition des infrastructures et équipements sur la localisation des agents et la structuration spatiale ;
- les flux de facteurs et de biens qui sont fonction de la répartition des infrastructures et des équipements collectifs dans l'espace.

Ces remarques concernent essentiellement le mécanisme intervenant entre la répartition des infrastructures et des équipements et la structuration spatiale. L'optimalité de la structure spatiale est alors dépendante de l'optimalité de répartition spatiale de ces

infrastructures et de ces équipements dans l'espace donné.

Dans le sous-chapitre 2.3., on a pu voir comment ce mécanisme s'exerce dans les pays en développement, ce qui est important dans l'élaboration d'une procédure d'affectation spatiale des infrastructures de transports dans ces pays.

Le modèle théorique de MOUGEOT n'a pas explicitement précisé les différents rôles des agents considérés dans l'affectation spatiale des infrastructures de transports.

C'est pourquoi, il convient de préciser les différentes catégories d'agents intervenant sur l'affectation spatiale des infrastructures de transports, ainsi que leurs rôles, pour notre étude.

3.2.3.2. Catégories d'agents dans l'affectation spatiale des investissements en transports.

La complexité des agents qui bénéficient des services du secteur de transports nous oblige à ne pas prendre en compte seulement l'Etat et les usagers directs dans l'affectation des investissements de transports dans l'espace.

M.MOUGEOT a distingué dans son modèle, les agents considérés, qui se divisent en :

- consommateurs finaux,
- entreprises de production, et
- entreprises de transports,

pour accorder une grande importance au fait que les entreprises de transports jouent aussi un rôle dans la formation de l'espace.

Dans le cas d'affectation spatiale des investissements de transports, on peut considérer les catégories d'agents et préciser aussi leur objectif à atteindre selon leur préférence.

Il y a principalement trois agents qui interviennent dans l'affectation optimale des investissements de transports dans l'espace :

- Les Pouvoirs Publics (Etat et Collectivités locales) qui ont à la fois pour objectif d'optimiser la réalisation des interêts collectifs (utilité collective) et d'utiliser économiquement les budgets disponibles qu'ils doivent gérer. Leur préférence est alors indiquée dans l'objectif de l'affectation et dans la contrainte budgétaire.

- les entreprises de production, qui utilisent les services de transports comme biens intermédiaires. Leur objectif est de maximiser les profits liés à la réduction des coûts de transports et aux possibilités d'élargissement de la

clientèle grâce à l'amélioration des infrastructures concernées.
Leur préférence est donc exprimée soit dans l'objectif d'affectation, soit dans la contrainte portant sur la capacité technologique de production ou enfin dans la contrainte d'élargissement du marché de leurs produits.

- les usagers ou les consommateurs finaux.
Leur objectif est la maximisation de leurs revenus, liée à la réduction de leurs coûts de déplacement, ou bien l'élargissement de champ d'action ou d'autonomie lui permettant d'améliorer leur situation professionnelle et/ou leur qualité de vie.
La préférence des usagers, elle aussi, peut être indiquée dans l'objectif ainsi que dans la contrainte de revenus.

Par ailleurs , il est nécessaire de mettre en évidence sur les fonctions de Pouvoirs Publics dans cette affectation, car ils sont un acteur principal et déterminant dans la prise de décision d'investissements en transports. Cela est le sujet abordé dans la partie suivante.

3.2.4. Fonctions des pouvoirs publics en matière de l'affectation des investissements de transports dans l'espace.

Il a deja été mentionné à plusieures reprises dans cette étude, que les fonctions des pouvoirs publics en matière de décisions d'investissements en transports se

divisent en : fonction allocative, redistributive et de régulation.

Dans sa fonction allocative, les Pouvoirs Publics assurent la production et la distribution d'un certain nombre de biens et services publics. Dans son aspect redistributif, ils assurent une répartition des revenus qui peut remédier aux écart sociaux.

C'est à l'Etat d'assurer à la fois sa fonction allocative et redistributive, en raison du caractère global de son intervention auprès des collectivités locales. Cette remarque est aussi constatée dans l'ouvrage de J.H.CHUNG et alii (J.H.CHUNG,D.ACHOUR,et A.LAPOINTE,1981).

Ils ont considéré que le rôle redistributif doit se faire au niveau central pour garantir un caractère national à la redistribution des ressources ou des investissements publics, tandis que les collectivités locales peuvent prendre en charge le rôle allocatif de ces investissements dans leurs territoires ou régions.

En d'autres termes , l'Etat assure l'affectation des investissements publics dans l'objectif de la redistribution à caractère national, et les collectivités locales assurent l'allocation de ces investissements dans leurs territoires dans l'objectif d'en maximiser l'utilisation pour le

développement de leurs régions.

Cette répartition de fonctions des pouvoirs publics est indispensable dans l'affectation spatiale des investissements de transports. On peut dire aussi que l'objectif de développement équilibré sur toutes les régions fait partie intégrante de l'affectation de ces investissements au niveau central.

Au niveau local, l'objectif d'allocation sera de maximiser l'utilisation du budget consacré à la collectivité locale concernée.

Le modèle d'affectation que nous élaborons dans le chapitre IV prend en effet en compte cette répartition, notamment dans l'élaboration de la fonction d'objectif et des contraintes.

Les principes généraux d'affectation des investissements de transports dans l'espace ci-dessus doivent être adaptés aux conditions des pays en développement. Pour celà, il est nécessaire d'aborder quelques principes spécifiques qui sont adaptés aux conditions et aux limitation existant dans ces pays.

3.3. Principes d'affectation des investissements en infrastructures de transports par rapport à l'aménagement de l'espace des pays en développement.

3.3.1. Problèmatique retenue pour l'aménagement de l'espace et le développement régional dans les pays en développement.

La mise en place des infrastructures de transports comme instrument de la politique d'aménagement spatial pour les pays en développement nécessite une mise en évidence de la problèmatique retenue dans cet aménagement, afin que ces infrastructures puissent efficacement s'intégrer à la réalisation des objectifs de cette politique.

L'aménagement de l'espace fait partie intégrante du développement régional. Il constitue une politique régionale en ce qui concerne l'organisation spatiale et les implantations d'activités socio-économiques, ainsi que d'infrastructures et d'équipements collectifs.

C'est pourquoi, l'analyse de la problématique d'aménagement spatial ne doit pas être séparée de la problématique de développement régional.

Pour ces pays, nombreux auteurs ont synthetisé quelques problèmes urgents à résoudre dans la politique de développement régional ou d'aménagement du territoire.

J.FRIEDMANN et W.ALONSO (1975), ont précisé :
- le développement inégal dans les systèmes économiques urbain et rural,
- la nécessité d'une coordination entre la politique et les programmes nationaux des investissements, publics ou privés, au niveau regional,
- la sous-utilisation de ressources humaines, notamment dans les régions péripheriques,y compris dans les régions rurales.

Parallèlement, G.MYRDAL (1972) et A.O.HIRSCHMANN (1958) ont beaucoup insisté sur la disparité des infrastructures et des équipements collectifs (éducation, sante) existant entre les régions développées et les régions défavorisées. Elle cause le problème de développement inégal et d'urbanisation excessive en terme de mobilisation de main d'oeuvre rurales vers les villes.

Ce sont des auteurs comme J.WILLIAMSON (1968) et J.ALDEN et alii.(J.ALDEN et R.MORGAN,1972) qui ont conclu que la racine du problème de développement régional inégal dans les pays en développement se trouve dans la disparité excessive entre régions développées ou, bien équipées, et régions défavorisées ou déprimées.

G.MYRDAL a d'ailleurs proposé d'introduire une politique redistributive des investissements publics en ce qui concerne les infrastructures et les équipements

collectifs pour freiner les effets de stoppage (backwash effects) qui sont au détriment des régions rurales/péripheriques. Cette politique a aussi pour but de favoriser les effets d'entrainement (spread effects) en faveur du développement des régions défavorisées. Elle favorise aussi, à notre avis, des relations plus étroite entre secteur moderne et secteur traditionnel.

Si l'on prend un exemple des pays en développement comme l'Indonésie, il semble que la conclusion tirée par les auteurs ci-dessus se confirme.

Dans ce pays, les 27 provinces qui constituent le territoire indonésien connaissent un développement inégal. Cela est illustré par une étude de I.ISLAM et alii. (I.ISLAM, et H.KHAN,1986) de l'université nationale de Singapour sur la structure spatiale du développement inégal et de la pauvreté régionale (en terme du niveau de PIB régional) en Indonésie.

Cette étude montre que le niveau de développement de la région métropolitaine Jakarta, la capitale (considérée comme une province) est très supérieure à des autres provinces, notamment celles situées hors de l'île de Java.

Le tableau 3.1. montre le groupement des provinces en termes d'inégalité de développement (l'écart par rapport à la moyenne nationale de croissance du PIRB) et en terme de

Tableau 3.1.
Distribution des provinces en Indonesie
par rapport au niveau d'inégalité de développement
et au niveau de pauvreté régionale

		niveau d'inégalité de développement		
		bas	moyen	élevé
niveau de pauvreté régionale.	bas	- jambi - Kalimantan sud - Aceh - Kalimantan Est - Sumatra Nord - Bali - Kalimantan Centre.		jakarta
	moyen	- Sumatra Ouest.	-Yogyakarta -Java Ouest -Nusa Tenggara Ouest - Sumatra sud. - Riau - Bengkulu	-Kalimantan Ouest
	élevé		- Java est -java cent.	-lampung -Sulawesi N. -Nusa T.Est -Sulawesi C. -Maluku Sud -Sulawesi S -Sulawesi SE

Note:deux provinces ne sont pas indiquées;Irian jaya et Timor Est.
source :I.ISLAM et H.KHAN (op.cit.).

pauvreté régionale.

Il est bien clair que le problème de la disparité régionale dans ces pays impose une structuration spatiale inégale, notamment dans les pays à superficie grande comme l'Indonésie , le Bresil et l'Inde.

En effet, l'objectif de rééquilibrage du développement spatial est souvent présenté comme objectif principal de la politique d'aménagement de l'espace dans ces pays.

3.3.2. Objectif de programmation des investissements en infrastructures de transports dans l'aménagement spatial : équilibrage de niveau de services.

Il existe plusieurs moyens de mettre en oeuvre la politique d'aménagement de l'espace, et parmi ceux-ci, le rééquilibrage de développement spatial à travers la répartition des investissements en infrastructures de transports est souvent choisi par les décideurs dans ces pays.

Les infrastructures de transports sont indispensables dans l'aménagement de l'espace, dans le sens d'assurer la propagation de développement des régions développées aux régions moins développées, et dans le sens d'assurer l'élargisssement de choix d'implantation des activités, ou bien, l'élargissement de marché pour que les

produits de régions moins développées puisse se vendre dans les régions développées.

Le problème de développement d'infrastructures de transports dans l'aménagement spatial des pays en développement, apparaît sur la différence de niveau de services de cette infrastructure entre régions dévelopées et régions moins développées. Cette différence ne permet pas une propagation de développement vers régions moins développées, et un élargissement de marché pour les produits de ces régions aux régions développées.

Elle cause d'ailleurs un développement inégal entre les régions, comme les constatations de HIRSCHMANN et de MYRDAL, citées plus haut.

De ces constatations, Il est incontestable que l'équilibrage de niveau de service des infrastructures de transports fait partie intégrante de l'aménagement de l'espace dans les pays en développement, afin d'assurer la propagation de développement et ensuite, réaliser un développement harmonieux entre les régions.

Les infrastructures de transports devient donc un instrument de propagation de ce développement, dans l'aménagement spatial.

C'est pourquoi, la programmation des investissements de ce type d'infrastructures doit se conformer aux constats ci-dessus.

En d'autres termes, l'Etat distribue ou affecte les budgets d'aménagement des infrastructures de transports en fonction du niveau de service de cette infrastructure et en fonction de développement des regions.

L'Etat accorde aux régions défavorisées les investissements d'infrastructure de transports qui leur permettent d'augmenter leur niveau de service et qui permet de ratrapper leur retard de développement sur les régions développées. Tandis que pour les régions développées, l'Etat participe souvent à l'amélioration de niveau de service des infrastructures déjà établies dans ces régions.

Ce type de répartition de budgets d'infrastructures en fonction du niveau de développement des régions a aussi été proposé par J.L.HINE (1983) dans son étude d'un programme d'investissements routiers au Kenya.

HINE a constaté plus loin que dans une condition de limitation budgétaire en pays en développement, il est plus efficace de consacrer plus de budgets d'amélioration des infrastructures de transports dans les régions plus

développées et de consacrer plus de budgets de construction ou de renforcement dans les régions défavorisées, pour les raisons suivantes :

- les habitants des régions développées se situent déjà dans un endroit plus accessible par les infrastructures existantes. En effet, l'amélioration des infrastructures existantes peut leur suffire pour transporter leurs produits, ou se rendre dans un endroit plus éloigné, si le niveau de saturation de ces infrastructures n'est pas encore atteint,

- dans les régions défavorisées, l'insuffisance de réseaux d'infrastructure ne permet pas aux habitants de s'implanter dans un endroit plus accessible par cette infrastructure. La construction d'une infrastructure nouvelle ou le renforcement d'infrastructure existante permettent donc d'augmenter le niveau d'accessibilité de ces habitants.

De l'observation de HINE, on peut déduire que la répartition de budgets d'investissements selon leurs types est fonction de l'accessibilité du reseau dans les régions concernées.

Si l'on observe aussi la répartition des dépenses d'infrastructures routières en fonction du PIB national de quelques pays développés et pays en développement, on peut noter la relation de la répartition de dépenses en construction et amélioration de ces infrastructures et le

niveau de développement de pays (tableau 3.2.:Figure 3.5.).

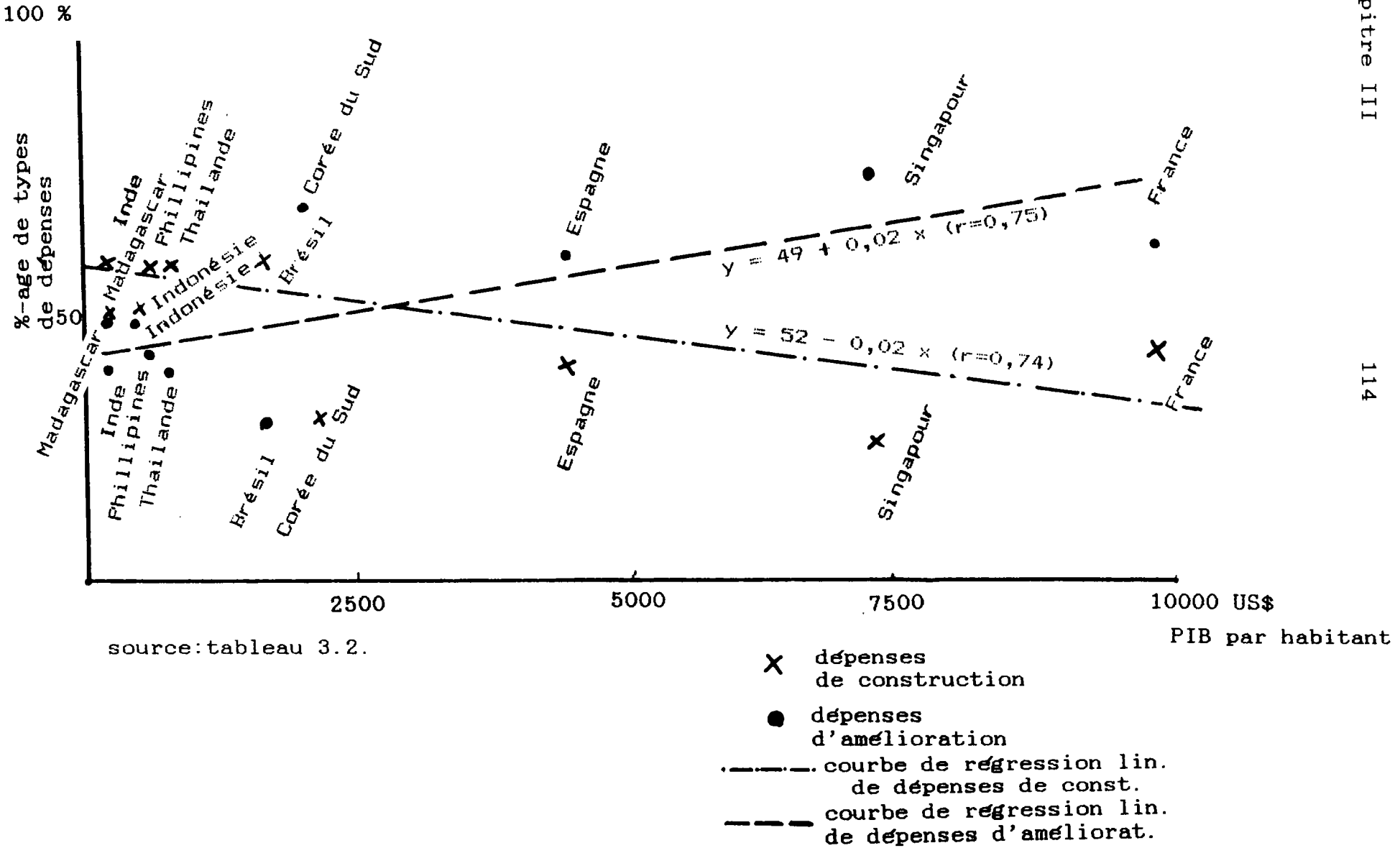
Tableau 3.2.
Répartition des types de dépenses d'infrastructures routières en fonction du PIB national dans quelques pays

pays	PIB/cap.1984 ($ US)	dépenses d'inv (%)	
		constr.	ameli.
1. Inde	260	60	40
2. Indonésie	540	51	49
3. Madagascar	260	50	50
4. Phillipines	660	48	42
5. Thailande	860	40	60
6. Corée du Sud	2.110	30 3)	70 3)
7. Singapour	7.200	25	75
8. Brésil	1.720	60 1)	40 1)
9. France	9.760	41 2)	59 2)
10. Espagne	4.440	40 4)	60 4)

notes : 1) dépenses publiques en 1980.
2) dépenses publiques routières à l'exclusion d'autoroutes et hors taxes, en 1978
3) dépenses publiques en 1983.
4) en 1975.
- les restes sont en périodes 1980 - 1985.

sources :- programme quinquenal routier minist.des TP, Indonesie,1985
- route et développement,1985.
- statistical yearbook of transportation, 1982, MOT ,Korea.
- le transport en France,1982 (la documentation Francaise).
- Statistical review of BIRD programs,1980.
- diverses.

Figure 3.5.
Relation de types de dépenses d'infrastructures routières
au PIB national de quelques pays



source: tableau 3.2.

CHAPITRE IV

ELABORATION DE LA PROCEDURE AFFINAE :

AFFECTATION DES INVESTISSEMENTS D'INFRASTRUCTURES DE TRANSPORTS DANS LE CADRE D'AMENAGEMENT DE L'ESPACE DES PAYS EN DEVELOPPEMENT

4.1 Contenu général de la procédure AFFINAE.

La procédure AFFINAE que nous allons élaborer ci-après, se base sur deux conclusions des chapitres précédents.

Premièrement, les procédures actuelles d'affectation des investissements en transports semblent accorder peu d'importance au développement et l'aménagement de l'espace, comme nous avons montré au chapitre II.

Deuxièmement, les procédures de cette affectation ont surtout été élaborées en se référrant aux conditions propres aux pays développés ou en plein maturité, où on peut appliquer les hypothèses de pleine capacité aux appareils

productifs notamment.

Les réalités socio-économiques et de la structure spatiale des pays en développement ne sont guère appréhendées au stade initial de ces procédures.

Aussi une adaptation de ces procédures n'incluant pas de précautions quant à ces hypothèses et ne tenant pas compte des réalités socio-économiques des pays en développement risque d'aboutir à des conclusions erronées.

Notre procédure AFFINAE porte sur l'affectation optimale des investissements en infrastructures de transports dans le cadre de l'aménagement de l'espace en pays en développement.

Durant son élaboration, nous avons tenté de répondre à la nécessité de formuler des procédures adaptables à ces pays, où la politique de développement d'infrastructures de transports fait partie intégrante de la politique de développement régional ou d'aménagement du territoire.

Nous considérons également qu'il est nécessaire à l'heure actuelle de développer ce type de procédure, pour les raisons suivantes :

- les coûts de transports, facteur important de rentabilité des investissements dans les procédures actuelles, ne

représentent plus maintenant le seul facteur déterminant dans les choix de la localisation des activités, comme nous l'avons cité au chapitre III. La part de coûts de transports dans les coûts totaux de la plupart des produits est de plus en plus réduite, de 4 à 8 %, grâce notamment, aux amélioration techniques apportées aux véhicules ou aux moyens de transports. Ainsi, la part de ces coût est réduite à environ 8 % pour certains produits céréaliers jouant une grande importance dans les pays en développement (riz,et autres céréals).

A.BLANQUIER (1984) a même constaté que les formulations habituelles de choix des investissements fondées sur les valeurs moyennes des trafics et des coûts généralisés de transport conduisent à sous-estimer notablement les autres avantages.

Par contre, l'élargissement des marchés ou l'accès à de nouveaux marchés ou nouveaux clients sont de plus en plus importants dans les choix d'implantation des activités économiques (voir aussi P.NIJKAMP(ed.),1986). Cela indique aussi qu'il est indispensable d'établir un rapport entre le développement des infrastructures de transport et celui de l'espace dans les programmes d'investissements de ce type.

- pour les pays en développement, les infrastructures de transports sont aussi un instrument de la politique de

développement spatial et développement régional, notamment pour lutter contre les disparités régionales, un des principaux problèmes du développement de ces pays.

La procédure AFFINAE inclut en effet, la réalisation d'optimum spatial d'affectations des investissement en infrastructures de transports considérés.

Cet optimum résulte de la superposition et de l'interdépendance de quatre étapes suivantes :

A - la formulation d'un objectif d'affectation des investissements d'infrastructures de transports dans le cadre de l'aménagement de l'espace, c'est-à-dire ; l'objectif visant à réduire les disparités régionales (mesurées selon certains indicateurs, à définir ci-après),

B - la formulation des "targets" d'aménagement des infrastructures de transports dans les régions , suivant l'objectif déterminé en étape A, ou OPTAR (optimisation des"targets"),

C - l'établissement de deux sous-procédures d'affectation optimale des investissements, concernant ;
C.1. Affectation optimale des investissements ou des budgets d'aménagements d'infrastructures de transports dans les régions (OPTREG),

C.2. Affectation optimale de budgets d'aménagement des sections ou troncons des infrastructures de transports considérées dans chaque région (OPTSEC),

D - l'élaboration de sous-procédures d'optimisation temporelle et d'efficacité des résultats obtenus.

Examinons maintenant les considérations générales, objectifs, considérations, étapes ainsi que les variables et méthodes de la procedure AFFINAE.

4.2. Considérations et objectif généraux de la procédure AFFINAE.

4.2.1. Problème général retenu .

Le problème à traiter dans la procédure AFFINAE reprend des situations caractéristiques des pays en développement, telles que : les restrictions budgétaires rencontrées dans la réalisation de programmes d'investissements en infrastructures de transports et l'utilisation de ces infrastructures dans le but de développer les régions enclavées ou moins développées.

Dans la formulation générale de ce problème, on considère qu 'il y a ;

- j à R (j=1,2,..,R) régions à développer, aux différents niveaux de service d'infrastructures de transports (à définir ci-après), et avec divers niveaux de développement variés.

- k à K (k=1,2,..,K) différents types d'infrastructures de transports auxquelles les investissements d'aménagement doivent être affectés.
Ce K peut représenter une classification du même type d'infrastructures, par exemple pour les infrastructures routières:routes nationales, routes provinciales, et routes locales,ou bien, d'autres types d'infrastructures comme : routes, chemin de fer, voie d'eau, etc.

- l à L (l=1,2,..,L) sections ou troncons dans chacun des types d'infrastructures concernées,avec L X K troncons au total.

- n à N (n=1,2,..,N) sources de budgéts d'investissements pour l'aménagement de ces infrastructures (K).
Dans cette étude, on se limite seulement à deux sources budgétaires différentes: l'Etat ou le gouvernement central [B(E)], et les collectivités locales ou les autorités locales [B(reg.)].

La question centrale de la procedure AFFINAE est la suivante:

comment pourra-t-on traiter une procédure d'affectation optimale des investissements nécessaires à l'ensemble de ces infrastructures dans l'ensemble de ces régions, eu égard à l'objectif d'aménagement de l'espace,c'est-à-dire la réduction des disparités régionales ?

Nous élaborerons ensuite les éléments de la procédure AFFINAE dans les parties suivantes.

4.2.2. Objectif principal de la procédure AFFINAE.

La procédure AFFINAE a pour objectif d'égaliser, ou au moins, d'équilibrer les différences de niveau de service des infrastructures de transports dans les régions considérées.

Elle procéde par une série d'optimisations avec les contraintes et limitations, liées à l'affectation des investissements d'aménagement de ces infrastructures, selon les types d'aménagement déterminés, qu'il s'agisse de construction, d'amélioration, ou d'entretien.

L'égalisation et l'équilibrage de ces niveaux de service est indispensable à la création ou à l'augmentation

des accès inter et intra-régionaux à ces régions, dont ils favorisent le développement socio-économique.

La procédure AFFINAE procéde aussi par optimisation dans le cadre temporel, en prenant en compte la dynamique et la variation de targets d'aménagement et de certaines contraintes temporelle.

Elle repose sur des considérations qui insistent sur l'aspect d'instrument de développement régional des infrastructures de transports sans en négliger le rôle premiers, qui est d'assurer au mieux la circulation de personnes et de biens.

C'est pourquoi, il est nécesaire de préciser les considérations retenues, a fin de permettre à la procédure AFFINAE de donner les résultats conformés aux objectifs déterminés.

4.3. Considérations de la procédure AFFINAE.

On considére un système économique partitioné en R régions distinctes données(r=1,2,..,R). Sur état actuel, les R régions se développent de facon déséquilibrée ou en développement inégal.

Une intervention des Pouvoirs Publics est nécessaire pour équilibrer le développement des régions considérées.

A cet instant, on se contente d'observation limitée à une période unique,donc a-temporelle.

Le développement déséquilibré dans ces R régions peut être à l'origine de différentes phénomènes, dont les plus importantes sont : les différentes dotations de richesses initiales comme les ressources naturelles , les infrastructures et les équipements collectifs ainsi que les différentes capacités des appareils productifs existant à ces régions de produire biens et services, donc à générer les revenus régionaux.

Les pouvoirs publics, qui ont de moyens d'interventions limités, notamment au niveau des budgets, tentent de résoudre le problème de développement régional inégal, en intervenant soit financièrement, soit de manière réglementaire. On suppose donc que ces interventions se font en facon cohérente l'une avec l'autre, dans tous les secteurs socio-économiques de ces régions.

De même, pour les interventions sous forme d'investissements, nous supposons que les pouvoirs publics ont fixé les investissements globaux à affecter à l'aménagement de toutes les infrastructures de transports

ainsi que leur répartition sectorielle. Nous utilisons ces informations pour l'élaboration de notre procedure.

Les considèrations que l'on retient dans cette procédure sont suivantes;

Considèration 1:

Dans un système régional donné, les infrastructures de transports jouent aussi un rôle d'amélioration de niveau d'accessibilité dans le système concerné. Elles permettent d'élargir l'accès de système donné, soit à l'intérieur de ce système, soit vers l'extérieur. En d'autres termes, elles permettent d'élargir l'accès intra et interrégional de ce système.

Les accès intra et interrégionaux d'une région modifient l'offre et la demande de certains biens et services. Par conséquent,ces accès influent sur le jeu de l'offre et de la demande de ces biens et services d'une région à l'autre.

En,effet, on pourra considèrer aussi que les prix de biens et de services dans les régions sont influencés par leurs conditions d'accès intra et interrégional.

Cette considèration représente la situation générale des pays en développement. Dans ces pays, l'étroitesse de marchés de certains biens et services est une des causes importantes de la non-competitivité des entreprises de production. L'élargissement de marchés est alors nécessaire pour les entreprises productrices.

Il en va de même pour l'élargissement de champs de mobilité des individus. Puisque les équipements collectifs tels que : centres d'éducation, de santé, de loisirs, d'information, etc.,ne sont pas répartis géographiquement de manière homogène ou égale dans ces pays, tous les individus ne peuvent pas bénéficier de ces équipements. Un accès élargi permet aux individus d'atteindre des centres qui leur sont nécessaires. En d'autres termes, l'élargissement de champs de mobilité des individus, est une composante important de l'objectif d'amélioration de leur cadre de vie. Il permet en effet d'accèder à de meilleur service : éducatif, de santé, de loisirs, et d'informations.

La première considèration ci-dessus révèle deux prises en compte de l'espace :
- au niveau interrégional, l'accès intra et interrégional de la région considérée joue un rôle important dans la modification de l'offre et de la demande. L'espace est, dans cette optique, considéré comme un milieu de propagation des phénomènes économiques. En conséquence, l'espace constitue

une donnée, ou paramètre prédéfini.

- au niveau d'implantation des agents économiques, l'espace modifie les choix d'implantation des ces agents. La localisation ou la relocalisation de ces agents est une conséquence d'une modification de l'accès à la région donnée, comme dans la première prise en compte ci-dessus.

A ce niveau, l'espace est un facteur déterminant dans l'implantation des agents et, par conséquent, il est pris dans les décisions de ces agents, comme un bien économique, parce qu'il influe sur les décisions ou les coûts de production, par exemple : la différence des coûts de transports sur certains troncons routiers permet aux entreprises productrices de choisir l'itinéraire qui leur assure les coûts de transports minimaux.

Or, dans cette considèration, on peut considèrer surtout dans les pays en développement, que l'élargissement des accès intra et interrégionaux à la région donnée sont plus importants que la réduction de coûts de transports, dans un objectif de développement des infrastructures de transports.

MYRDAL a d'ailleurs insisté sur cette considèration pour développer les régions défavorisées. Il a constaté que, le développement des infrastructures de transports (ou

l'amélioration d'accès, à notre avis) est indispensable pour l'augmentation des effets d'entrainement ou spreads effects d'après lui, pour renforcer un échange équilibré des produits entre régions développées et régions défavorisées.

Considération 2:

Comme nous l'avons montré au chapitre III, les différences de niveaux et de qualité de services d'infrastructures de transports entre régions développées et régions défavorisées sont une cause importante de la disparité de développement entre ces régions. Aussi, pour lutter contre cette disparité, faut-il s'attaquer aux causes et non aux effets.

La deuxième considération, s'exprime en effet au fait que l'équilibrage des niveaux de services des infrastructures de transports représente un moyen indispensable de réduire la disparité régionale ou le développement régional inégal entre les régions.

Or, on considère que cet équilibrage représente un objectif principal de la procédure à élaborer.

Considèration 3:

Bien que les autres contribuent à la réduction des disparités régionales, on suppose que les pouvoirs publics sont encore le principal acteur capable d'accomplir cette tâche. Ils ont la responsabilité d'équilibrer ces services d'infrastructures de transports.

On suppose que, les pouvoirs publics déterminent les critères, niveaux et types d'interventions nécessaires à l'équilibrage de ces services d'infrastructures.

Conformément aux fonctions redistributive et allocative des pouvoirs publics (chapitre III), la réduction de la disparité régionale est une partie de la politique redistributive des pouvoirs publics. D'où l'on suppose que la fonction redistributive doit être assurée par les pouvoirs publics aux niveaux le plus élevés (voir J.CHUNG et alii.,1981), pour garantir le caractère global ou national de la redistribution.

La politique redistributive est alors déterminée au niveau du gouvernement central ou l'Etat pour la redistribution transmise aux régions, provinces , et aux départements. Elle est déterminée au niveau des autorités provinciales ou départementales pour la redistribution aux des collectivités locales, dans la province ou dans le

département concerné.

La fonction allocative, quant à elle, peut etre déterminée et réalisée soit au niveau central, soit au niveau local. Au niveau local, les autorités ne réalisent toutefois des fonctions allocatives qu'à travers les moyens d'intervention qui leur sont assignés.

Cette distinction est importante pour préciser les objectifs de l'intervention des pouvoirs publics dans l'affectation des investissements à consacrer à l'aménagement des infrastructures de transports dans les régions. Elle doit être présentée à l'aide d'une répartition des attributions des pouvoirs publics, à chaque niveau, dans cette affectation.

En se basant sur les considérations et exposées ci-dessus, nous élaborerons la procédure AFFINAE, étape par étape, dans les parties suivantes.

La première considération détermine "le critère" d'aménagement des infrastructures de transports, c'est-à-dire : l'amélioration d'accès intra et interrégional, dans cette élaboration. La deuxième détermine l'objectif à atteindre et la troisième détermine l'établissement des programmes d'affectation des investissements dans la procédure concérnee.

4.4. Etapes de la procédure AFFINAE.

4.4.1. Formulation d'un objectif d'affectation optimale des investissements en infrastructures de transports dans les régions.

Dans le cadre de l'aménagement de l'espace ou du développement spatial, on pourra déterminer que l'objectif de cette affectation est d'équilibrer les niveaux de service des infrastructures de transports dans les régions analysées.

L'équilibrage de ces niveaux, comme nous l'avons précisé dans la deuxième considération ci-dessus, permet d'améliorer l'accès intra et interrégional à ces régions. Il renforce par la suite, ces interrelations régionales au point qu'elles deviennent indispensables à la réduction des disparités régionales.

La formulation de cet objectif nécessite une précision des variables indiquant le niveau de service des infrastructures de transports dans une région; ce que nous allons formuler dans la partie qui suite.

4.4.1.1. Indicateur du niveau de service de l'infrastructure de transports dans une région.

Le niveau de service d'une infrastructure de transports peut indiquer aussi, la qualité de service de cette infrastructure. La qualité de service peut se définir comme le rapport d'une quantité de services offerts par cette

infrastructure à la demande à ces services.

E.K.MORLOK a utilisé le rapport du volume de trafic à la capacité technique d'une infrastructure pour définir un indicateur de niveau de service d'une infrastructure (voir E.K.MORLOK,1985). Cet indicateur est fréquemment utilisé dans la prévision du niveau de saturation d'une infrastructure afin de savoir dans quelle période un aménagement de cette infrastructure devient nécessaire (voir aussi BCEOM-CBTP,1972).

L'indicateur de niveau de services d'après MORLOK s'écrit comme suit ;

$$r_l = \frac{V_l^+}{C_l} \qquad (4.1)$$

où ;

r_l = niveau de service de l'infrastructure l.

V_l^+ = volume de trafic à l'heure de pointe sur l'infrastructure l.

C_l = capacité de trafic sur l'infrastructure l.

Un autre indicateur dans le manuel de capacité routière (Highway Capacity Manual,1965) a pris en compte les facteurs suivants; la vitesse généralisée sur l'infrastructure l, la commodité de manoeuvre des véhicules, la sécurité, le confort, et l'économie sur les coûts

d'operation des véhicules, pour mesurer le niveau de services de l'infrastructure donnée.

Il semble que les indicateurs actuels de niveau ou qualité de service des infrastructures de transports prennent en compte seulement les caractéristiques techniques et les caractéristiques partielles de ces infrastructures. Aucune relation sur l'implication de ces infrastructures dans l'espace donné n'a été formulée.

Il est bien évident que la dimension de l'espace peut influencer le niveau de service de l'infrastructure donnée. Une même quantité d'infrastructure (p.e : la même longueur) dans un espace de dimension plus petite, va donner un différent service aux usagers, par rapport à la même infrastructure dans un espace plus grand. Dans le premier cas, cette infrastructure va donner plus d'accessibilité à l'espace donné, tandis que dans un espace plus grand, c'est-à-dire dans le deuxieme cas, cette infrastructure donne moins d'accessibilité par rapport au premier.

Or, on pourra introduire un concept mesurant le niveau de service des infrastructures de transports en prenant en compte la dimension de l'espace servi par ces infrastructures, en plus du volume de trafic.

On considère que dans l'espace donné, le niveau de service de l'infrastructure de transports k, est fonction de la longueur k, de la dimension de l'espace assurée par cette infrastructure, et bien sûr, du volume de trafic circulant sur l'infrastructure concernée.

En formule mathématique, cette fonction s'écrite comme suite :

$$E_{kj} = f [L_{kj}, S_j, Q_{kj}]$$

où ;

E_{kj} = niveau de service de l'infrastructure k dans l'espace j, ou la région j.
L_{kj} = longueur (ou une autre mesure physique) de l'infrastructure k dans la région j.
S_j = dimension de la région j, ou la superficie de j.
Q_{kj} = volume de trafic circulant sur l'infrastructure k dans la région j.

Examinons maintenant les relations de ces trois variables du niveau de service offert par l'infrastructure k dans la région j.

(1). Relation du niveau de service [E(kj)] à la longueur d'infrastructure k [l(kj)].

Dans une situation où d'autres variables sont supposées constantes, on peut conclure logiquement que la relation entre le niveau de service et la longueur de l'infrastructure est une relation positive.

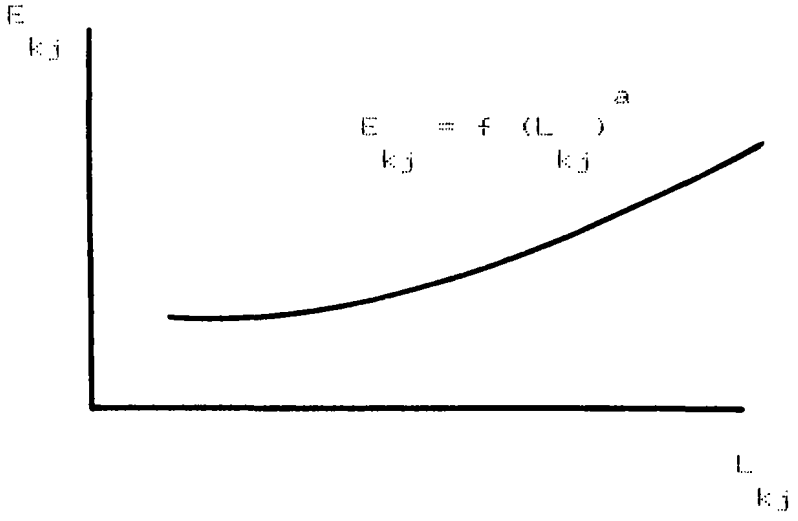
En d'autres termes,plus longue sera l'infrastructure donnée, plus élevé sera le niveau de service offert, soit ;

$$E_{kj} = f[(L_{kj})^{+a}].$$

a = coefficient indiquant les facteurs technologiques et physiques de l'infrastructure donnée.

ou dans la figure 4.1 ci-dessous,il suit une courbe croissante;

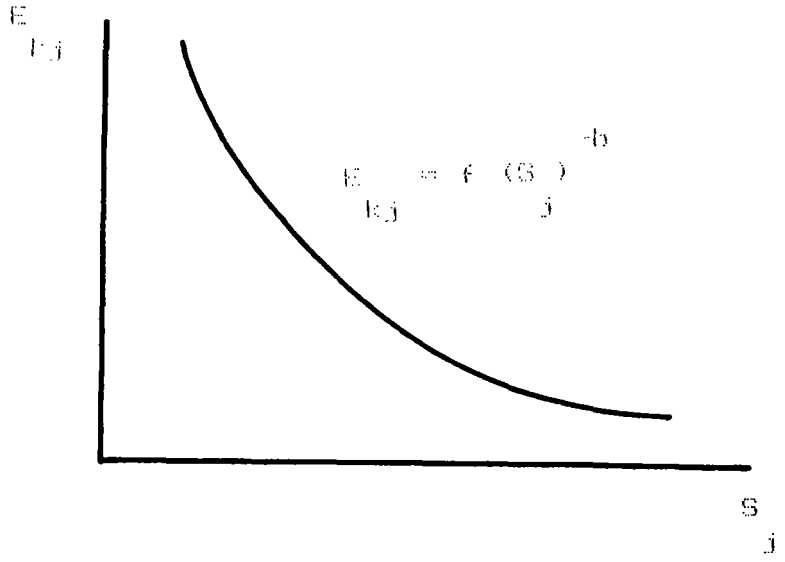
Figure 4.1. Relation E(kj) et L(kj).



(2).Relation entre E(kj) et la superficie de la région j.

Avec la même situation que (1), dans laquelle les autres variables sont supposées constantes, on peut dire aussi que la relation entre le niveau de service de l'infrastructure k et la superficie de la région j est une relation négative, car le premier diminue lorsque la dernière s'agrandit (Figure 4.2.).

Figure 4.2.Relation E(kj) et S(j).

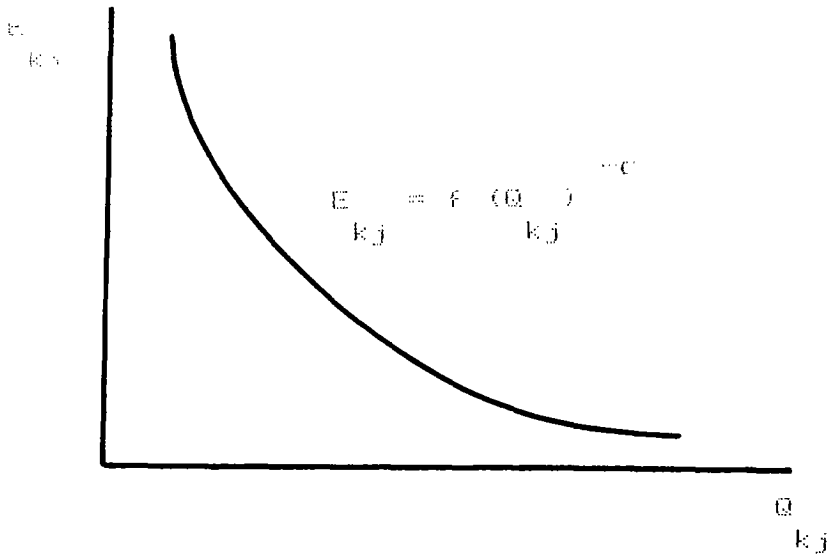


b = coefficient d'adaptation de S(j) à E(kj), par exemple;topographie de terrain,obstacles physiques ,etc.

(3) Relation entre E(kj) et le volume de trafic sur k [Q(kj)].

De la même facon que (2), on peut déterminer intuitivement que la relation E(kj) et Q(kj) est une relation négative, puis que l'augmentation de volume de trafic (la capacite de k est supposée constante) implique une diminution du niveau de service de l'infrastructure k (Figure 4.3.).

Figure 4.3.Relation entre E(kj) et Q(kj).



c = coefficient d'adaptation, par exemple;
types de trafic,vitesse,etc.

A partir des considérations présentées ci-dessus, on pourra formuler l'indicateur de niveau de service de l'infrastructure k, sous forme ;

$$E_{kj} = \frac{(L_{kj})^{a}}{(S_j)^{b}.(Q_{kj})^{c}} \qquad (4.2)$$

(les signes sont les mêmes que précédemment).

$\frac{(L_{kj})^{a}}{(S_j)^{b}}$ n'est autre que la densité de l'infrastructure k par rapport à la superficie de la région j,

afin que ;

$$E_{kj} = \frac{(d_{kj})^{a/b}}{(Q_{kj})^{c}} \qquad (4.2a)$$

Où ;

d_{kj} = densité de l'infrastructure k dans la région j.

Pour des raisons de simplicité, on peut supposer que les valeurs de a,b et c sont égales à 1. Ce qui n'est pas le cas dans la comparaison des différents types d'infrastructures, dans les différentes types de région, et avec différentes types de trafic. Pour celà, la mise en évidence de trois variables est indispensable, ce qui dépasse le cadre de notre étude.

La formule complète de l'indicateur de niveau de service de l'infrastructure k dans la région j,qui sera utilisée ultérieurement, devient alors :

$$E_{kj} = \frac{d_{kj}}{Q_{kj}} \quad \text{en km par } km^2 \text{ -véhicules.} \qquad (4.2b)$$

(les mêmes signes que précédemment).

Si la région dispose de différentes infrastructures de transports (k > 1),soit en plusieurs classes du même type d'infrastructures (p.e.:routes locales, routes

nationales, autoroutes), soit en plusieurs types différents(p.e.: routes, chemin de fer, voie d'eau,etc.), le niveau général de service de l'infrastructure k est la moyenne pondérée de chacun des niveaux de service la composant, soit ;

$$E_j = \frac{\sum_k^K p_{kj} . E_{kj}}{K} \qquad (4.2c)$$

$$p_{kj} > 0.$$

Où ;

p_{kj} = paramètre de E(kj), détermine par la politique de transport et d'aménagement spatial, indiquant l'importance de l'infrastructure de transports du type k pour assurer le service dans la région j, par exemple ; les autoroutes sont plus importantes à construire dans une région développée à densité de flux interrégionaux élevée. Par contre, les autoroutes ont moins d'importance dans les régions les moins développées. Leur construction peut être un gaspillage. Il vaut donc mieux y construire des routes locales, pour écouler les produits agricoles de la région concernée.

E_j = indicateur du niveau général de service des infrastructures k dans la région j.

k = 1,2,...,K;types d'infrastructures considérées.

4.4.1.2. Mesure de la disparité de services d'infrastructures de transports dans les régions.

La disparité régionale, comme le précis J.F.WILLIAMSON (1965), est une notion relative. Elle indique une mesure d'égalité ou de non-égalité des paramètres

régionaux d'une région tels que la population, le revenu régional, le Produit intérieur régional Brut, ainsi que les infrastructures, les équipements, et d'autres paramètres sociaux, par rapport à la valeur générale de référence. Cette valeur peut être la valeur moyenne nationale, ou d'autres valeurs prédéterminées.

WILLIAMSON a constaté, par la suite, que la disparité régionale, différenciée dans sa cause et dans son évolution de la disparité entre nations (problème Nord-Sud), est une phénomène qui découle de la différence de capacité de ces régions de se développer. Son observation a montré que, dans les phases initiales de développement national d'une nation, les capacités des infrastructures et équipements ainsi que les capacités technologiques diffèrent d'une région à l'autre.

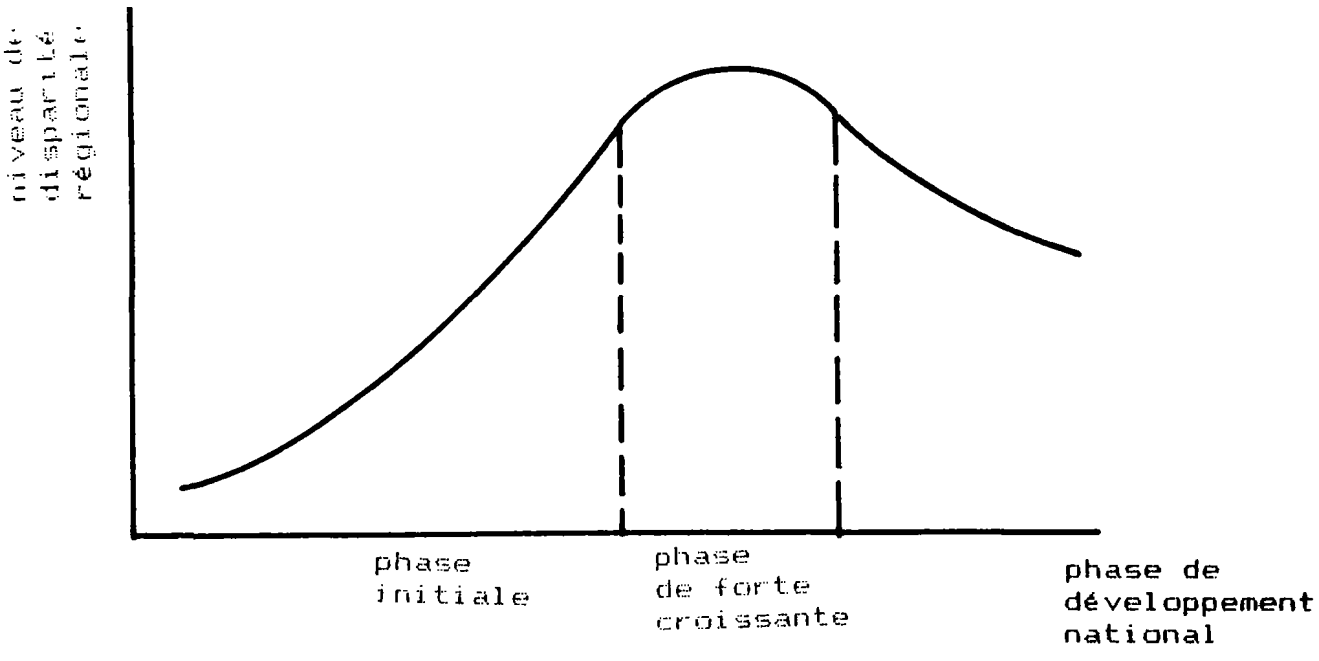
Les différences de capacités à se développer entraînent une convergence des facteurs de production, tels que main d'oeuvre et capitaux, vers les régions les plus développées.

C'est pourquoi, dans les phases de forte croissante, la disparité régionale tend à accroître. Elle tend à décroître au fur et à mesure que les capacités des régions tendent à s'améliorer , comme le montre la figure 4.4.

WILLIAMSON tendrait à considérer la disparité régionale comme un processus de développement qui doit être maitrisé. Il concluait que les interventions des pouvoirs publics sont nécessaires pour équilibrer la mobilisation inégale de facteurs productifs dans les régions, afin de réduire la disparité existante.

Son observation et sa conclusion appuient bien sûr notre considération de la procédure AFFINAE, dans laquelle l'équilibrage des capacités d'infrastructures régionales est indispensable dans la politique de réduction des disparités régionales.

Figure 4.4.
Evolution de la disparité régionale
en relation aux phases de développement national.



source: intrepretée de l'ouvrage J.F.WILLIAMSON (1965).

Conformément aux constatations ci-dessus et à l'objectif de la procédure AFFINAE, on peut utiliser la différence entre les niveaux de service des infrastructures de transports dans les régions [E(kj)] comme une mesure de la disparité entre les régions concernées.

S'aidant de la formule de WILLIAMSON sur la disparité de revenus régionaux, la disparité des niveaux de services des infrastructures de transports dans les régions R se formule donc comme suit :

$$d_R = \sqrt{\frac{\sum_j^R (E_j - \bar{E})^2 \cdot y_j / y(R)}{\bar{E}}} \qquad (4.3)$$

Où ;

$$\bar{E} = \frac{\sum_j^R E_j}{R} \qquad (4.3a)$$

avec ;

d_R = mesure de disparité régionale du niveau de service d'infrastructures de transports dans l'ensemble des régions R,

E_j = indicateur de niveau générale de services d'infrastructures de transports (K) dans la région j,

$\bar{E}$ = valeur moyenne de E(j) pour toutes les régions.

y(j)/y(R) = rapport entre le revenu moyen par habitant de la région j, et le revenu moyen par habitant dans l'ensemble de R régions, indiquant le rapport de "poids" entre les régions considérées

j = 1,2,....,R : nombre de régions.

La formule d(j) ci-dessus sera calculée avant et après la réalisation de deux sous-procédures d'affectation optimale des investissements en infrastructures de transports (OPTREG et OPTSEC), afin d'évaluer la disparité existante (à accroître ou à décroître) après l'insertion des investissements affectés dans les régions.

Cette formule sert aussi de mesure d'efficacité des affectations concernées pour tester s'il y aura ou non, une amélioration de niveaux de service dans les régions après la réalisation de ces affectations.

4.4.2. Formulation des targets d'aménagement d'infrastructures de transports dans les régions.

La notion de "target" est utilisée dans cette étude parce que, d'une part, nous avons eu des difficultés à trouver un terme exact en français qui indiquerait une valeur préalablement fixée, traduisant la nécessité de réaliser une certaine politique (de transport et d'aménagement de l'espace par exemple). D'autre part, parce que nous avons rejeté notre

idée initiale, qui était d'utiliser "la demande régionale d'aménagement d'infrastructure de transport". Nous avons ainsi voulu éviter toute confusion avec la demande de transports dans son acceptation habituelle.

Par ailleurs, le terme "target " est de plus en plus utilisé dans la vocabulaire technique actuelle en France (voir : les rapports OCDE,BCEOM,etc.). C'est pourquoi, nous utilisons par la suite , le terme "target d'aménagement des infrastructures de transports", qui se définit par valeur physique réalisable, représentant un objectif à réaliser dans le cadre d'aménagement des infrastructures de transports. Cet objectif lui même, est déterminé par la politique d'aménagement de l'espace, c'est-à-dire avec pour but de réduire la disparité régionale.

Les targets d'aménagement des infrastructures de transports dans les régions considérées, se formulent à partir des écarts entre l'indicateur de niveau général des services d'infrastructures dans chacune des régions et la valeur moyenne du même indicateur dans l'ensemble de ces régions.

Dans sa formule générale, le target à réaliser dans la région j est une valeur absolue de l'écart entre l'indicateur général de j et la moyenne de ces indicateurs dans R, multipliée par les dénominateurs de E(j), soit :

$$V_j = \left| E_j - \bar{E} \right| . S_j . Q_j \qquad (4.4)$$

Où ;

V_j = target général à réaliser, dans la région j, en Km de longueur de toutes les infrastructures K, ou en une autre mesure physique correspondant à K,
E_j = indicateur de niveau de services d'infrastructure K dans la région j,
$\bar{E}$ = valeur moyenne de E(j) de toutes les régions (R),
S_j = superficie de la région j,
Q_j = volume total de trafic dans la région j.

La formulation de targets d'aménagement pour chacun des types d'infrastructures de transports dans la région j, s'écrit comme suit :

$$V_{kj} = \left| \sum_k p_{kj} . E_{kj} - \frac{\sum_j^R \sum_k^K p_{kj} . E_{kj}}{R} \right| . S_j . Q_{kj} \qquad (4.4a)$$

Où ;

V_{kj} = target d'aménagement de l'infrastructure de type k dans la région j, en km à réaliser, ou en une autre mesure physique.
p_{kj} = paramètre d'importance des services de l'infrastructure k dans la région j, déterminée par l'utilisateur.
E_{kj} = niveau de service de l'infrastructure k dans la région j, en km/km2-véhicule,
R = nombre des régions considérées,
S_j = superficie de la région j, en km2,
Q_{kj} = volume de trafic sur l'infrastructure k dans la région j.

La formule (4.4a) ci-dessus calcule le target d'aménagement de l'infrastructure k pour tous les types d'aménagement, que ce soit la construction, l'amélioration, ou bien l'entretien.

Pour préciser les targets de chacun des types d'aménagement de l'infrastructure k, il faudrait que l'on détermine ces targets qui sont fonction d'un rapport de longueur de l'infrastructure k nécessitant un aménagement de type i (i à M : types d'aménagement déterminés), à la longueur totale de cette infrastructure dans la région j.

Nous supposons que les responsables d'aménagement des régions concernées disposent de renseignements suffisants sur les longueurs de troncons à aménager, leurs caractéristiques techniques , les dépenses moyennes par type d'aménagement et par unité de longueur de l'infrastructure en question.

Nous pourrons alors déterminer les targets pour chacun des types d'aménagement selon la formule suivante :

$$V_{kj} = \sum_{i}^{M} \frac{L_{ikj}}{L_{kj}} V_{ikj} \qquad (4.5)$$

i:1,2,...,M: types d'aménagement considères.

V_{kj} = target d'aménagement de l'infrastructure k dans la région j,

V_{ikj} = target d'aménagement de type i de l'infrastructure k dans la région j,
L_{ikj} = longueur de l'infrastructure k dans la région j nécessitant un aménagement de type i,
L_{kj} = longueur totale de l'infrastructure k dans la région j.

Les targets physiques d'aménagement de tous types d'infrastructure k dans la région j, peuvent être obtenus à partir d'une répartition optimale de V(ikj) sous contrainte de target total d'aménagement [V(kj)] de l'infrastructure concernée dans la même région., soit :

[OPTAR] ; répartition optimale des targets d'aménagement des infrastructures de transports dans les régions.

L'objectif de la sous-procédure OPTAR ;
maximiser les targets de chacun des types d'aménagement considérés, sous contrainte de targets totaux d'aménagement de chacune des infrastructures de transports dans les régions.

PROGRAMME OPTAR :

$$[\ MAX\ ]\quad z_1 = \sum_j \sum_k \sum_i V_{ikj} \qquad (4.6)$$

sous contraintes ;

pour la région j, et pour l'infrastructure k :

$$\sum_i \frac{L_{ikj}}{L_{kj}} V_{ikj} = V_{kj}$$

. .
. .

-pour la région R, l'infrastructure K:

$$\sum_{i}^{M} \frac{L_{iKj}}{L_{Kj}} V_{iKj} = V_{Kj}$$

les signes sont les mêmes que précédemment.

Même contrainte que pour les autres régions et les autres infrastructures considérées, afin qu 'il y ait R X K contraintes dans le programme OPTAR.

Le programme OPTAR est une optimisation sous forme de programmation linéaire. En supposant que la résolution du programme primal et dual sont réalisable, c'est-à-dire : en trouvant les points d'optimum ou points-selles, nous pourrons obtenir la répartition optimale de V(ikj)*. Celle-ci n'est autre que les targets optimaux (en longueur à aménager) de chacun des types d'aménagement pour tous les types d'infrastructures dans les régions.

Ces targets optimaux ne peuvent cependant pas nous indiquer les montants d'investissements à consacrer à tous les types d'aménagement. C'est pourquoi, il faudrait que l'on ait préalablement des renseignements sur le coût unitaire (ou coût/km) pour chaque type d'aménagement de l'infrastructure k (k=1,2,..K) par region.

Ce type de coût est, bien sûr, fonction de la disponibilité des matériaux utilisés dans cet aménagement (p.e.: sables, pierres cassées, asphaltes, etc.), de la main

d'oeuvre et du matériel de travaux, qui varient d'une région à l'autre.

Ces coûts unitaires d'aménagement sont donc principalement fonction de prix de ces trois composantes ci-dessus (matériaux, main d'oeuvre, et matériels de travaux).

On suppose que les coûts unitaires d'aménagements tel que : coût de construction, d'amélioration ou d'entretien sont préalablement connus et déterminés.

On pourra donc déterminer les targets d'investissements pour l'aménagement de l'infrastructure k dans la région j, à partir de la formule suivante ;

$$b_{ikj} = \overline{CA}_{ikj} \cdot V^{*}_{ikj} \qquad (4.7)$$

Où ;

b_{ikj} = target d'investissements à réaliser dans dans l'aménagement de type i de l'infrastructure k dans la région j,(en unité monétaire),

$\overline{CA}_{ikj}$ = coût unitaire moyen (en unité monétaire par km, par exemple) de l'aménagement de type i de l'infrastructure k dans la région j,

V^{*}_{ikj} = target physique optimal d'aménagement de type i sur l'infrastructure k dans la région j,obtenu à partir du programme OPTAR.

La réalisation de ces targets d'investissements se fera donc dans la troisième étape, en optimisant

l'affectation de budgets disponibles sous certaines contraintes. Cela fait l'objet de la partie suivante.

4.4.3. Sous-procédures d'affectation optimale des investissements dans les régions et sur les tronçons d'infrastructures de transports.

L'affectation des investissements en infrastructures de transports peut être considérée comme une réalisation des fonctions macro-économiques des pouvoirs publics. Cette affectation est donc l'un des types d'intervention utilisées par les pouvoirs publics pour remplir les fonctions redistributive et allocative afin de réaliser les buts collectifs prédéterminés.

On a précisé, à plusieurs reprises (chapitre III, et sous-chapitre 4.2.) que la fonction redistributive doit être assurée par les pouvoirs publics à un niveau supérieur, l'Etat ou le gouvernement central, ou les administrations provinciales et départementales.

Cette fonction peut être partagée par ces deux catégories. Elle doit être déterminée à un niveau central afin de garantir le caractère national de la redistribution.

Cependant, on admet généralement que les autorités municipales ou locales ne doivent pas assumer la responsabilité de la fonction redistributive. Cela vient du fait qu'au niveau local, les programmes de redistribution des

revenus ou des investissements ont pour effet de défavoriser les municipalités/les localités les plus généreuses en attirant vers elles, les citoyens les plus pauvres qui profitent de cette redistribution (J.H.CHUNG et alii,1981, voir chap.III).

Ainsi, on peut dire que la politique redistributive au niveau local peut avoir pour conséquence d'augmenter la disparité régionale.

Par conséquent, il ne resterait donc aux autorités locales que des fonctions allocatives de biens et de services publics. Il convient de dire que les autorités locales ont pour principales fonctions de maximiser l'utilisation des budgets qu'elles recoivent, pour la création ou l'amélioration de biens et services publics sur leur territoire.

Conformément à ce qui vient d'être énoncé, l'affectation des investissements en infrastructures de transports doit comprendre la répartition de rôles redistributifs et allocatifs entre l'Etat,le gouvernement provincial et les collectivités locales.

En effet, on ne pourra pas affecter directement les investissements d'infrastructures de transports au niveau des localités, voire même sur des troncons des infrastructures

concernées, car ces deux fonctions seraient négligées.

Puisque l'objectif d'affectation de ces investissements est de réduire la disparité régionale, il s'agit, en quelque sorte, d'une politique redistributive réalisée au niveau régional, cette affectation doit commencer donc à se déterminer à ce niveau là.

C'est pourquoi, une analyse de l'affectation de ce type d'investissements doit être formulée pour reflèter la répartition des deux fonctions devant être réalisées aux différents niveaux.

Dans la procédure AFFINAE, on applique une décomposition sur cette affectation, selon les caractères redistributif et allocatif qui s'imposent dans l'objectif.

L'affectation de ces investissements se divise en effet en deux types d'affectation :
A - l'affectation des investissements ou des budgets d'infrastructures de transports dans les régions, qui réalise la fonction redistributive de ces budgets,

B - l'affectation des budgets d'aménagement sur les tronçons ou les sections d'infrastructures de transports à aménager, qui réalise une fonction allocative des budgets concernés.

L'affectation de type A, décrite par la suite sous le nom d'OPTREG (optimisation regionale) doit se faire au niveau de l'ensemble des régions (R). En d'autres termes, c'est dans OPTREG que l'on doit réaliser les objectifs de réduction de la disparité des niveaux de services d'infrastructures de transports dans différentes régions. On doit y réaliser, au maximum, les targets d'investissements de chaque région, déterminés en réalisant l'équilibrage des niveaux de service existants.

Quant à l'affectation de type B, présentée par la suite sous le nom d'OPTSEC (optimisation des sections d'infrastructure), elle doit se faire à un niveau local, c'est-à-dire dans chacune des régions considérées.

Dans cette affectation, la fonction allocative des budgets accordés pour chacune de ces régions, se traduise par un objectif d'utilisation maximale de ces budgets sur les troncons ou sections les plus importantes à aménager dans la région concernée.

Cette décomposition peut au moins être en cohérence avec celle des optimisations du modèle de M.MOUGEOT (chapitre III). Dans ce modèle, l'optimum spatial peut être atteint par une série d'optimisations de la structure spatiale au niveau interrégional (optimum interrégional), et ensuite, des flux de biens et de services (modification optimale des flux).

Dans la procédure AFFINAE, la modification optimale de la structure spatiale est donc réalisée en introduisant les investissements de caractère redistributif au niveau interrégional, puis la modification des flux de personnes et de biens est réalisée en répartissant les investissements de caractère allocatif entre les sections d'infrastructures à aménager.

4.4.3.1. Sous-procédure d'affectation régionale des investissements en infrastructures de transports (OPTREG).

(1). Fonction d'objectif du programme OPTREG.

L'OPTREG a pour objectif de maximiser la réalisation des targets prédéterminés dans l'OPTAR.

Dans l'OPTREG, l'Etat et les collectivités locales jouent un rôle déterminant dans la réalisation de l'affectation des investissements concernés. C'est pourquoi, ils imposent leurs préférences dans les contraintes s'exercant sur cette réalisation.

Par ailleur, la politique d'aménagement de l'espace, ou plus particulièrement, de réduction de la disparite régionale impose aussi une contrainte traduisant la préférence de développement régional équilibré. Cette préférence s'exprime dans une des contraintes OPTREG.

La réalisation optimale des targets régionaux d'investissements peut se traduire par la diminution de la

différence des investissements ou des budgets affectés à ces targets. Ou bien, mathématiquement, on peut utiliser une fonction de minimisation des variances (les carrés des écarts) entre les budgets à affecter et les targets déterminés. Cela vient d'une raison que la variance peut aussi se définir en somme de carrés des écarts des variables par rapport à la valeur moyenne ou à la valeur de référence. Dans l'OPTREG, la valeur de référence est le target correspondant.

La fonction de variance a été utilisée aussi par J.F.WILLIAMSON pour mesurer la disparité des revenus régionaux. Par ailleurs, P.OSSENBRUGGEN (1984) a utilisé une minimisation des variances de prix de transports collectifs de personnes par rapport au prix moyen, pour déterminer le prix optimal.

L'optimisation dans l'OPTREG peut donc se formuler comme suit :

Objectif de l'OPTREG : Maximiser le rapprochement de la somme des budgets à affecter au target correspondant, ou minimiser les variances entre ces budgets et targets, pondérées par le rapport de target concerné au target total dans la région étudiée.

Si l'on note que ;

b_{ikj} = target d'investissements à réaliser dans l'aménagement de type i sur l'infrastructure k dans la région j, où ce target est obtenu à partir de la formule (4.7) plus haut,

b_{kj} = montant du target total d'investissements de tous les types d'aménagement de l'infrastructure k dans la région j,

inv_{ikj} = montant d'investissements à affecter pour l'aménagement de type i de l'infrastructure k dans la region j,

i = 1,2,..,M : types d'aménagement.

k = 1,2,..,K : types d'infrastructure.

La fonction d'objectif de l'OPTREG s'écrite donc comme suit :

$$[\ MIN\ ]\ z_2 = \sum_j \sum_k \sum_i \frac{b_{ikj}}{b_{kj}} (inv_{ikj} - b_{ikj})^2 \qquad (4.8)$$

d'où ;

$$b_{kj} = \sum_i^M b_{ikj} \qquad (4.8a)$$

Le rapport de target régional d'investissement d'infrastructure de transports [b(ikj)/b(kj)], indique l'importance du target d'aménagement de type i dans le target total de la région j.

La minimisation des carrés des écarts a pour effet de réduire la différence entre le montant d'investissements optimaux et le target correspondant, qu'elle soit positive (le target est supérieur aux investissements), ou négative (le target est inférieur aux investissements).

(2). Les contraintes de l'OPTREG.

(2.1) Préférence de l'Etat ou de gouvernement provincial.

Pour l'affectation régionale des investissements, l'Etat ou le gouvernement provincial impose une contrainte budgétaire dans l'OPTREG. Cela signifie qu'il exige une réalisation optimale des targets déterminés sous contrainte des disponibilités budgétaires.

De plus, dans sa fonction redistributive, l'Etat ou le gouvernement provincial assure une répartition des budgets peu différenciée entre les différentes régions, quelque soit le niveau de développement. Ceci vient du fait qu'il évite tout risque de sentiment d'injustice parmi les collectivités locales, qui recoivent les budgets les plus petits.

Les velléités de séparatisme régional qui s'expriment dans certaines provinces de pays en développement proviennent souvent d'affectations budgétaires inégales par l'Etat. Les provinces qui se révoltent sont naturellement celles qui ont une moindre attention de l'Etat en matière de budgets.

C'est pourquoi, à la préférence de l'Etat s'ajoute une contrainte, (ou une volonté politique) qui exprime une

égalite de l'attention de l'Etat en ce qui concerne les budgets consacrés aux régions.

En général, les préférences de l'Etat (ou du gouvernement provincial) dans l'OPTREG, s'expriment donc en deux contraintes suivantes :

- tous les investissements à affecter à toutes les régions ne doivent pas dépasser la somme disponible des budgets de l'Etat (ou du gouvernement provincial) dans la période correspondante.

- la répartition des investissements totaux dans chacune des régions ne doit pas trop varier pour éviter le risque socio-politique, comme nous l'avons constaté ci-desssus.

La formulation des préférences de l'Etat dans les contraintes de l'OPTREG s'écrite comme suit :

contrainte 1 :préférence de l'Etat (du gouvernement provincial);

1.1.Contrainte de budgets disponibles pour l'aménagement de chaque type d'infrastructure,où ces budgets sont normalement déterminés au niveau central dans la politique du secteur des transports (fixé par le ministère correspondant), soit en formule ;

pour l'infrastructure k ;

$$\sum_{j}\sum_{i}^{R\ M} e_{ikj} \cdot inv_{ikj} < (B_{E\,k}) \qquad (4.9)$$

pour l'infrastructure K ;

$$\sum_{j}\sum_{i}^{R\ M} e_{iKj} \cdot inv_{iKj} < (B_{E\,K}) \qquad (4.9a)$$

Où ;

e_{ikj} = coefficient de participation budgétaire de l'Etat au financement de l'aménagement de type i pour l'infrastructure k dans la région j.

Ce coefficient est déterminé par la politique sectorielle des infrastructures de transports k. Plusieurs pays utilisent aussi ce type de coefficient. Aux Etats-Unis il se nomme Federal matching grant. En France, il existe le même, sous l'appellation de la prime de développement régional (voir J.LAJUGIE, P.DELFAUD, et C.LACOUR, 1979). Il peut s'exprimer en rapport de pourcentage entre les budgets de l'Etat consacrés à la région j,et les budgets totaux pour toutes régions. Il peut aussi s'exprimer comme le partage de participation budgétaire entre l'Etat et les collectivités locales concernées. Il est normalement déterminé dans le contrat Etat - région, et il peut se résumer par la formule suivante ;

notons que ; $\overline{inv}_{ikj} = \sum_{i}^{M} (e_{ikj} + c_{ikj}) inv_{ikj}$

alors que ; $e_{ikj} = (1 - c_{ikj})$

avec e_{ikj} et c_{ikj} = les participations budgétaires de L'Etat et de la collectivité locale j dans le financement de l'aménagement de type i de l'infrastructure k dans la région j. , exprimés en valeur positive de 0 à 1.

inv_{ikj} = montant des investissements à affecter à l'aménagement de type i sur l'infrastructure k qui se trouve dans la région j,

$(B_{E\,k})$ = montant de budgets totaux de l'Etat consacrés à l'aménagement de l'infrastructure k dans toutes les régions (=R).

1.2. Contrainte imposée par la politique de redistribution budgétaire de l'Etat dans les régions, dans laquelle l'écart en valeur absolue de budgets affectés dans chaque région au montant de budgets moyen par région, ne soit pas supérieur à l'écart déterminé dans cette politique, soit ;

pour l'infrastructure k;

$$\left| \frac{\sum_{j}^{R} \left(\sum_{i}^{M} inv_{ikj} \right) - \bar{B}_{k(R)}}{R} \right| < \varepsilon_k \qquad (4.10)$$

d'où ;

$$\bar{B}_{k(R)} = \sum_{j}^{R} \frac{B_{kj}}{R} \qquad (4.10a)$$

. . .
. . .
. . .

c'est la même formule pour l'infrastructure K.

Les notations des formules ci-dessus sont suivantes ;

inv_{ikj} = la même que précédemment notée. C'est une variable de décision d'investissements à affecter,

$\bar{B}_{k(R)}$ = montant moyen de budgets par région pour l'aménagement de l'infrastructure k,

ε_k = un paramètre déterminé de manière exogène, par la politique redistributive, indiquant l'écart autorisé sur la répartition budgétaire de l'infrastructure k, pour que le montant de budgets moyens par région ne varie pas trop d'une région à l'autre.

B_{kj} = montant total de budgets de l'Etat pour tous les types d'aménagement de l'infrastructure k dans la région j.

i =1,2,..,M : types d'aménagement.

k =1,2,..,K : types d'infrastructures de transports.

j =1,2,..,R = nombre de régions.

(2.2). Préférence des collectivités locales.

De même que l'Etat, les collectivités locales disposent de budgets limités pour financer l'aménagement des infrastructures de transports dans leurs régions. Néanmoins, les capacités de financement de ce type d'aménagement varient d'une collectivité locale à l'autre.

C'est pourquoi, la préférence des collectivités locales dans l'OPTREG s'exprime en une contrainte de disponibilité budgétaire dans chacun d'entre elles. De même qu'au niveau national, la disponibilité budgétaire au niveau de collectivité locale dépend de facteurs exogènes, tels que : disponibilité de budgets de l'Etat, politique national d'aménagement du territoire, production régionales, et autres.

En effet, le montant de budgets totaux consacrés à l'aménagement de l'infrastructure k est déterminé de manière exogène, dans chacune de ces collectivités. Ce montant ne doit pas être dépassé par le montant total des investissements pour l'infrastructure correspondante dans la collectivité concernée.

La contrainte de préférence des collectivités locales peut donc se formuler comme suit :

contrainte 2:

pour la collectivité locale j(ou la région j);

$$\sum_{k}^{K}\sum_{i}^{M} c_{ikj} . inv_{ikj} < (B_{reg.\ kj}) \qquad (4.11)$$

. . .
. . .
. . .

pour la collectivité locale R ;

$$\sum_{k}^{K}\sum_{i}^{M} c_{ikR} . inv_{ikR} < (B_{reg.\ kR})$$

Où ;

c_{ikj} = coefficient de participation budgétaire de la collectivité locale j à l'aménagement de type i de l'infrastructure k dans cette région,
De même que le coefficient de participation budgétaire de l'Etat, la relation entre ces deux coefficient prend la forme suivante :
$c_{ikj} = (1-e_{ikj})$.
où ces deux coefficient s'expriment en valeur positive de 0 à 1.

$(B_{reg.\ kj})$ = montant de budgets disponibles provenant de la collectivité locale j pour tous les types d'aménagement de l'infrastructure k.

i,k,j est le même que précédemment.

(2.3).Contrainte de capacité régionale ou de préférence de développement régional.

Chaque région posséde une capacité différente d'utilisation des facteurs de production, soit qui se trouvent à l'intérieure de la région concernée, comme les ressources naturelles, soit qui sont introduits de l'extérieur (capital, technologie,travailleurs itinérants, etc).

Puis que la capacité régionale influe sur le revenu (régional), les différences de capacités de régions entraine donc une différence de leurs revenus respectifs.

M.MOUGEOT a par ailleurs beaucoup insisté sur les contraintes de capacité technologique d'une région, plus particulièrement dans les entreprises productrices et de transports, qui déterminent les différences de revenus régionaux.

Ceci est vrai, dans les pays en développement. Bien que ressources naturelles et main d'oeuvre s'y trouvent en relative abondances, le manque de moyens technologiques nécessaires à l'exploitation de ces ressources empêche toute augmentation du niveau de développement.

En effet, les capacités technologiques de ces pays restent relativement et généralement constantes par rapport à celles des pays développés.

On pourra trouver le même phénomène dans les régions à l'intérieur du pays. Les régions aux capacités technologiques suffisantes peuvent créer des revenus plus élevés que ceux des régions aux capacités technologiques moins suffisantes.

Or, la différence de capacité regionale peut aussi s'interpréter comme la différence de contraintes technologiques d'une région à l'autre.

Par ailleurs, H.W.RICHARDSON (1970) a constaté que dans une situation où les contraintes technologiques (ou les facteurs technologiques de la région, d'après lui) diffèrent d'une region à l'autre, un investissement induit de manière exogène dans une region, par exemple par les dotations de dépenses publiques, a des effets différents sur la croissance de revenu de la région concernée. Celles-ci dépend de la propension marginale d'investissement dans la région donnée.

La propension marginale d'investissement, elle même, dépend de la capacité technologique de la région donnée.

Pour cela, RICHARDSON a introduit une formule de la fonction des investissements induits dans une région, comme suit :

$$(I_{ind.\ j}) = m_j . Y_j \qquad (4.12)$$

Où ;

$(I_{ind.\ j})$ = investissements induits dans la région j,

m_j = propension marginale d'investissements dans la région j, qui représente aussi la capacité technologique existante dans la région j d'utiliser les investissements afin de générer une augmentation du revenu régional.

Y_j = le revenu de la région j.

Dans les pays en développement, la propension marginale d'investissements dans la région est relativement constante, à cause de la capacité technologique qui, elle aussi, est relativement constante.

La propension marginale d'investissements selon la formule de H.GUITTON et D.VITRY (1978) s'écrit donc :

$$m_j = \frac{d(I_{ind\ j})}{d(Y_j)} \qquad (4.13)$$

En d'autres termes, les formules (4.12) et (4.13) indiquent que le changement ou l'augmentation du revenu régional est fonction de l'investissement induit et de la propension marginale d'investissement dans la région donnée, ou en formule ;

$$Y_j = \frac{d(Y_j)}{d(I_{ind.\ j})} . (I_{ind.\ j}) \qquad (4.14)$$

Si l'on assume que le revenu de l'ensemble des régions (ou de R régions) est la somme des revenus des régions dans R, on

aura alors ;

$$\sum_{j}^{R} Y_j = Y_{(R)} \qquad (4.15)$$

ou;

$$\sum_{j}^{R} \frac{d(Y_j)}{d(I_{ind.\ j})} \cdot (I_{ind.\ j}) = Y_{(R)} \qquad (4.15a)$$

A partir de la formule (4.15a), on peut admettre que la stabilisation des revenus de R régions, peut être réalisée en introduisant les investissements dans ces régions afin de générer une augmentation des revenus de R.

Ce d(Yj)/d(I)j représente aussi la contrainte de capacité de la région j dans l'utilisation des investissements induits pour augmenter son revenu.

Or, la formule (4.15a) peut être utilisée dans la formulation de la contrainte de capacité régionale dans OPTREG. On suppose que dans cette contrainte, l'introduction d'un investissement pour l'infrastructure de transports k peut au moins générer une augmentation du revenu de la région correspondante. Cette augmentation varie d'une région à l'autre, en raison des différentes capacités technologiques.

La préférence du développement régional s'exprime par le fait que l'introduction d'un investissement en

infrastructures doit générer une augmentation des revenus des régions, ou dans l'ensemble,des revenus de R régions. Cela stipule aussi que les revenus de R régions doivent être supérieurs, ou au moins, égaux aux revenus de ces régions avant l'introduction de cet investissement.

Mathématiquement, la préférence de développement régional se formule donc comme suit :

-contrainte de capacité régionale ou de préférence du développement régional;
(contrainte 3) :

pour l'infrastructure k :

$$\sum_{j}\sum_{i}\frac{d\,Y_j}{d\,I_{ikj}}\,inv_{ikj} > Y_{(R)} - Y_{(R)} \qquad (4.16)$$

. . .
. . .
. . .

pour k = K :

$$\sum_{j}\sum_{i}\frac{d\,Y_j}{d\,I_{iKj}}\,inv_{iKj} > Y_{(R)} - Y_{(R)}$$

où ;

Y_j = revenu de la région j (en unité monétaire),

I_{ikj} = investissement induits dans les séries passées pour l'aménagement de type i de l'infrastructure k dans la région j,voire dans 5 ans,

$Y_{(R)}$ = revenu de l'ensemble des régions étudiées (=R),

dY_j/dI_{ikj} = le rapport entre le taux de croissance annuel de revenu de la région j et le taux de croissance annuel de l'investissement d'aménagement i de l'infrastructure k dans la région j, dans les séries passées.

Le rapport de taux de croissance entre le revenu et l'investissement en infrastructure de transports dans les séries passées est supposé constant, dans la période à court et moyen terme, voire dans 1 à 5 ans, de sorte que l'on peut l'appliquer constamment dans telle ou telle programmation de ce type d'investissements dans le court terme. Mais ce rapport est bien sûr devenu varié lorsque la période s'étende en long terme.

(2.4).Contrainte de non-négativité

Bien entendu,on doit aussi introduire une contrainte de non-négativité pour toutes les variables de décision [inv(ikj)] dans le programme OPTREG, soit ;

contrainte 4:

$$inv_{ikj} > 0$$

i,k,j, sont les types d'aménagements,les types d'infrastructures et le nombre de régions étudiées respectivement.

(3).Conditions d'optimum dans le programme OPTREG.

La résolution de la sous-procédure ou du programme OPTREG consiste à trouver les inv(ikj) qui satisfont à toutes les contraintes décrites ci-dessus. En d'autres termes, les inv(ikj) optimaux ,ou bien, les point-selles de ces variables de décision,qui ne sont autres que les points d'interpolation entre la fonction d'objectif et les fonctions de contrainte, pour chaque variable donnée, doivent être calculés dans la résolution de ce programme.

Pour les calculer,il existe de nombreuses méthodes appliquées à la résolution de programmation non linéaire sous diverses contrainte, comme celle du programme OPTREG, telles que; méthodes des pénalités et des barrières, méthode du gradient direct, méthode du plan sécant,ou plus récemment, méthode de Lagrangien augmenté (voir : H.SEGALEN et M.JOUVENT,1971).

Dans la résolution du programme OPTREG, nous avons choisi une méthode classique, et malgrè tout, celle qui est la plus utilisée pour de raison de simplicité et de son efficacité de tester toutes les conditions nécessaires et suffisantes d'optimum d'une programmation non linéaire. Nous avons appliquée dans cette résolution la méthode basée sur l'application de théorème des conditions de KUHN et TUCKER (conditions de K-T).

Puis que le programme OPTREG est la minimisation d'une programmation non linéaire, alors que les points-selles à trouver doivent indiquer les points de minimum global, c'est-à-dire : les points d'optimum qui satisfont toutes les contraintes utilisées. D'après KUHN et TUCKER, les conditions nécessaires et suffisantes pour trouver les points de minimum global d'une fonction non linéaire peuvent se résumer comme suivent (P.OSSENBRUGGEN, 1984);

soit ; z = f(x) étant une fonction d'objectif non linéaire à minimiser.

ou ;

[MIN] z = f(x)

et soit qu'elle est soumise aux contraintes suivantes ;

$$G_i(x) \;\underset{-}{<}\; b_i \qquad i = 1,2,..$$

$$G_k(x) \;\underset{-}{>}\; b_k \qquad k = 1,2,..$$

$$G_m(x) = b_m \qquad m = 1,2,..$$

$$x \;\underset{-}{>}\; 0 \qquad x'' = [x_1, x_2, .., x_n]$$

La fonction Lagrangienne de cette fonction d'objectif (z) s'écrite comme suit :

$$L(x, a_i, a_k, a_m) = f(x) + \sum_i a_i (b_i - G_i(x)) + \sum_k a_k (b_k - G_k(x)) + \sum_m a_m (b_m - G_m(x)) \qquad (4.17a)$$

où a_i, a_k et a_m sont les multiplicateurs de Lagrange pour chacune des contraintes données.

les conditions nécessaires et suffisantes de K-T pour trouver les points-selles de minimum global, sont donc suivantes ;

1. $x_i - > 0$;et $dL/dx_i - > 0$.

2.(a).Si $a_i = 0$, alors que $b_i - G_i - > 0$.
(indique que la contrainte est inactive).
(b).Si $b_i - G_i(x) = 0$,alors que $a_i - < 0$.
(indiquant la contrainte active) (4.17b)

3.(a).Si $a_k = 0$,alors que $b_k - G_k(x) < 0$.
(la contrainte inactive).
(b).Si $b_k - G_k(x) = 0$,alors que $a_k - >0$.
(la contrainte est active).

4. a_m a les signes non limités, soit;
$-\infty < a_m - < +\infty$,et $b_m - G_m(x)=0$.

5.f(x) étant une fonction convexe.

6.(a).$G_i(x)$ étant une fonction convexe.
(b).$G_k(x)$ étant une fonction concave.
(c).$G_m(x)$ étant une fonction linéaire.

Pour que l'on puisse trouver les points-selles de minimum global, on doit premièrement trouver les points-selles de minimum local,c'est-à-dire , les points d'optimum des variables de décision entre la fonction d'objectif et une contrainte et ensuite les tester avec les conditions de K-T.

Le point-selle de minimum local est aussi un point d'interpolation de la fonction d'objectif et d'une des

contraintes considérées. Il peut être trouvé si deux conditions nécessaires et suffisantes à cette interpolation locale sont satisfaites, c'est-à-dire ;

$$\frac{\partial L}{\partial x_i} = 0 \quad ; \quad \frac{\partial L}{\partial a_i} = 0 \qquad (4.17c)$$

pour la contrainte i;

Ce sont aussi les mêmes conditions pour les contraintes k et m.

L'application de la première condition de minimum local permet de définir x(i), tandis que l'application de la deuxième permet de définir a(i) ou le multiplicateur de Lagrange associé à la contrainte i. Pour que ce multiplicateur satisfasse aux conditions de minimum global, on applique à la suite les conditions de K-T. Les valeurs optimales de x(i) peuvent être définies en faisant entrer le multiplicateur de Lagrange associé à la dérivée de $\partial L/\partial x(i)$.

Par ailleurs, l'utilisation des conditions de K-T nécessite aussi des mesures pour tester convexité et concavité de la fonction d'objectif et des contraintes.Celles-ci peuvent aussi être obtenues à partir de tests de convexité et de concavité, à l'aide de la matrice Hessienne.

La matrice Hessienne est une matrice contenant les dérivées partielles du second ordre de la fonction initial

d'objectif [z=f(x)] par rapport à chacune des variables de décision dans f(x), soit ;

$$f(x) = (x_1, x_2, \ldots, x_n).$$

La matrice Hessienne de f(x), est alors ;

$$H(x)=\begin{bmatrix} \dfrac{\partial^2 f(x)}{\partial x_1^2} & \dfrac{\partial^2 f(x)}{\partial x_1 \partial x_2} & \cdots & \dfrac{\partial^2 f(x)}{\partial x_1 \partial x_n} \\ \dfrac{\partial^2 f(x)}{\partial x_2 \partial x_1} & \dfrac{\partial^2 f(x)}{\partial x_2^2} & \cdots & \dfrac{\partial^2 f(x)}{\partial x_2 \partial x_n} \\ \vdots & \vdots & \cdots & \vdots \\ \dfrac{\partial^2 f(x)}{\partial x_n \partial x_1} & \dfrac{\partial^2 f(x)}{\partial x_n \partial x_2} & & \dfrac{\partial^2 f(x)}{\partial x_n^2} \end{bmatrix} \qquad (4.17d)$$

La convexité et la concavité de la fonction f(x) peuvent se définir, d'après P.OSSENBRUGGEN, en appliquant deux conditions suivantes ;

1. Conditions de convexité:

Une fonction non-linéaire satisfaisant aux conditions de positive définie de la matrice hessienne, est une fonction convexe. Les conditions de positive définie de la matrice

hessienne sont comme suit :

(a).tous les éléments diagonaux principaux de la matrice sont positifs,ou ;

$$\frac{\partial^2 f(x)}{\partial x_1^2} > 0, \frac{\partial^2 f(x)}{\partial x_2^2} > 0, \ldots, \frac{\partial^2 f(x)}{\partial x_n^2} > 0 \qquad (4.17e)$$

(b).la multiplication des éléments diagonaux principaux de la matrice est positive, ou ;

$$|H(x)| = \begin{vmatrix} \frac{\partial^2 f(x)}{\partial x_1^2} & \frac{\partial^2 f(x)}{\partial x_1 \partial x_2} & \cdots & \frac{\partial^2 f(x)}{\partial x_1 \partial x_n} \\ \frac{\partial^2 f(x)}{\partial x_2 \partial x_1} & \frac{\partial^2 f(x)}{\partial x_2^2} & \cdots & \frac{\partial^2 f(x)}{\partial x_2 \partial x_n} \\ \vdots & \vdots & \cdots & \vdots \\ \frac{\partial^2 f(x)}{\partial x_n \partial x_1} & \frac{\partial^2 f(x)}{\partial x_n \partial x_2} & \cdots & \frac{\partial^2 f(x)}{\partial x_n^2} \end{vmatrix} > 0; \qquad (4.17f)$$

(produit scalaire)

ou bien, ;

$$\frac{\partial^2 f(x)}{\partial x_1^2} \cdot \frac{\partial^2 f(x)}{\partial x_2^2} \cdot \cdots \cdot \frac{\partial^2 f(x)}{\partial x_n^2} > 0$$

2.Conditions de concavité :

Une fonction non-linéaire satisfaisant aux conditions de négative définie de la matrice hessienne, est une fonction concave. Les conditions de négative-définie de la matrice hessienne sont :

(a).tous les éléments diagonaux principaux de la matrice doivent être négatifs,soit :

$$\frac{\partial^2 f(x)}{\partial x_1^2} < 0, \frac{\partial^2 f(x)}{\partial x_2^2} < 0, \ldots, \frac{\partial^2 f(x)}{\partial x_n^2} < 0 \qquad (4.17g)$$

(b).la multiplication des éléments diagonaux principaux de la matrice est positive si n est une valeur paire, et négatives si n est une valeur impaire, soit ;

$|H(x)| > 0$, si n = nombre pair; (4.17h)

$|H(x)| < 0$, si n = nombre impair.

En effet, on pourra appliquer les conditions nécessaires et suffisantes d'optimum de K-T et les conditions de convexité et de concavité d'une fonction non-linéaire à la résolution du programme OPTREG, qui sera abordée dans la partie suivante.

(4).Résolution du programme OPTREG.

La résolution du programme OPTREG consiste à trouver les inv(ikj) optimaux qui satisfont aux contraintes associées à ce programme. Pour celà, on définit premièrement la fonction Lagrangienne du programme OPTREG, soit ;

$$F(inv_{ikj}, g_1, g_2, g_3, g_4) = z(inv_{ikj}) + \sum_{k}^{K} g_1 (B_E)_k - \sum_{j}^{R}\sum_{i}^{M} e_{ikj} . inv_{ikj}$$

$$+ \sum_{k}^{K} g_2 \left(\xi_k - \left| \frac{\sum_{j}^{R} \left| \left(\sum_{i}^{M} inv_{ikj} \right) - B_{k(R)} \right|}{R} \right| \right)$$

$$+ \sum_{j}^{R} g_3 \left[(B_{reg.})_{kj} - \sum_{k}^{K}\sum_{l}^{M} c_{ikj} . inv_{ikj} \right] \qquad (4.18)$$

$$+ \sum_{k}^{K} g_4 \left(Y_{(R)} - \sum_{j}^{R}\sum_{i}^{M} \frac{dY_j}{dI} . inv_{ikj} \right)$$

Où ; g_1, g_2, g_3, g_4 sont les multiplicateurs de Lagrange associés à chaque contrainte.

Les conditions de minimum local de la fonction lagrangienne de F[inv(ikj),g'] sont les suivantes :

$$\frac{\partial F}{\partial inv_{ikj}} = 0; \frac{\partial F}{\partial g_1} = 0; \frac{\partial F}{\partial g_2} = 0; \frac{\partial F}{\partial g_3} = 0; \frac{\partial F}{\partial g_4} = 0 \qquad (4.19)$$

pour i = 1,2,..,M
k = 1,2,..,K
j = 1,2,..,R

Une application des conditions nécessaires et suffisantes d'optimum de K-T à la fonction lagrangienne de F a permis de formuler les inv(ikj) optimaux correspondants ainsi que les multiplicateurs de Lagrange associés à chaque contrainte, soit :

- l' application des conditions de K-T sur la contrainte 1.1;

pour k = k:

$$g_1 = \frac{(B_E)_k - \sum_j \sum_i e_{ikj} . b_{ikj}}{\sum_j \sum_i A_{ikj} . e_{ikj}^2} < 0 \quad (4.20)$$

donc ;

$$(inv_{ikj})^* < b_{ikj} + e_{ikj} . A \left[\left(\frac{(B_E)_k - \sum_j \sum_i b_{ikj} . e_{ikj}}{\sum_j \sum_i A_{ikj} . e_{ikj}^2} \right) \right] \quad (4.21)$$

où ; $A = \frac{b_{kj}}{2 . b_{ikj}}$ (4.21a)

- l'application des conditions de K-T sur la contrainte 1.2. ;

pour k = k :

$$g_2 = R . \left(\frac{\varepsilon_k + B_{k(R)} - \sum_j \sum_i b_{ikj} / R}{\sum_j \sum_i A} \right)^2 < 0 \quad (4.22)$$

et aussi ;

$$(inv_{ikj})^* < b_{ikj} + R . \frac{A}{\sum_j \sum_i A} . \left(\varepsilon_k + B_{k(R)} - \frac{\sum_j \sum_i b_{ikj}}{R} \right) \quad (4.23)$$

- l'application des conditions de K-T à la contrainte 2, a

permis d'obtenir les formules suivantes ;

pour j = j :

$$g_3 = \left(\frac{(B_{reg.})_{kj} - \sum_k \sum_i c_{ikj} . b_{ikj}}{\sum_k \sum_i c_{ikj}^2 . A} \right) \leq 0 \qquad (4.24)$$

et ;

$$(inv_{ikj})^* \leq b_{ikj} + c_{ikj} . A \left(\frac{(B_{reg.})_{kj} - \sum_k \sum_i c_{ikj} . b_{ikj}}{\sum_k \sum_i A . c_{ikj}^2} \right) \qquad (4.25)$$

- l'application des conditions de K-T à la contrainte 3,a également permis d'obtenir les formules suivantes ;

pour k = k :

$$g_4 = \frac{Y_{(R)} - \sum_j \sum_i r_{ikj} . b_{ikj}}{\sum_j \sum_i r_{ikj}^2 . A} \geq 0 \qquad (4.26)$$

En effet,la formule de inv(ikj) optimaux soit ;

pour k = k :

$$(inv_{ikj})^* \geq b_{ikj} + r_{ikj} . A . \left(\frac{Y_{(R)} - \sum_j \sum_i r_{ikj} . b_{ikj}}{\sum_j \sum_i r_{ikj}^2 . A} \right) \qquad (4.27)$$

Les inv(ikj) satisfaisant aux points de minimum global peuvent alors se trouver dans l'interval ou la fourchette des résultats obtenus à partir des formules de inv(ikj) ci-dessus, soit ;

(inv) ikj de la formule (4.27)	<(inv) - ikj - * <	(inv) ikj des formules: (4.21) (4.23) (4.25)

Où ; inv_{ikj}^{*} = investissements optimaux à affecter à l'aménagement de type i de l'infrastructure k dans la région j.

Il se peut que l'on ne trouve pas les points satisfaisant à toutes les contraintes. Pour cela,on utilise un point-selle (ou une valeur optimale de inv(ikj)) qui satisfait au moins à une des formules de (4.21), (4.23), et (4.24), où celles-ci peuvent agir comme les marges supérieures des investissements optimaux à affecter.

Le programme OPTREG contient une fonction d'objectif non-linéaire et quatre contraintes linéaires. Les conditions de convexité et de concavité ne s'appliquent qu'à la fonction d'objectif puis que les quatres contraintes sont une fonction linéaire qui satisfait à la sixième condition de K-T.

Pour que l'on trouve au moins un point de minimum global, la fonction d'objectif initial (=z) doit être une

fonction convexe. Pour cela, on applique les conditions de convexité,qui se trouvent dans les formules (4.17e) et (4.17f) plus-haut, soit :

$$\frac{\partial^2 z}{\partial inv_{ikj}^2} > 0 \quad , \quad \text{et}$$

$$| H(inv_{ikj}) | > 0 \quad \text{pour i,k,j considérés.}$$

La résolution du programme OPTREG avec une application des formules ci-dessus permet de définir les investissements optimaux à affecter à tous les types d'aménagement (=i), sur les k types d'infrastructures considérées dans toutes les régions (= R).

La solution duale de ce programme est employée nécessairement si l'on doit déterminer aussi l'optimalité globale de ces investissements. Dans ce type de solution, le calcul et les formules deviennent complexes, et nécessitent une analyse spéciale. Nous l'avons exclue de notre cadre d'étude.

On peut d'ailleurs trouver les solutions primales et duales d'une programmation non-linéaire dans de nombreux ouvrages, notamment ceux de P.OSSENBRUGGEN (1984): H.SEGALEN et M.JOUVENT (1971): R.FLETCHER (1981): et autres.

Les investissements optimaux obtenus à l'aide du programme OPTREG devront être insérés au programme OPTSEC ou affectation optimale de budgets sur les sections d'infrastructures. Ces investissements devront agir comme contraintes de budgets optimaux disponibles dans ce type d'affectation. La formulation du programme OPTSEC se fera dans la partie qui suit.

4.4.3.2. Sous-procédure d'affectation des investissements sur les sections d'infrastructures de transports ou programme OPTSEC.

(1). Fonction d'objectif du programme OPTSEC.

C'est alors qu'entre en jeu la fonction allocative, conformément à la répartition des fonctions des pouvoirs publics lors de l'affectation des investissements dans le cadre du programme OPTSEC. Le dernier affecte les investissements déterminés en OPTREG et consacrés à chaque région aux sections les plus importantes du réseau de ces régions.

Dans ce programme, l'affectation de ces investissements revêt seulement un caractère allocatif, c'est-à-dire : une maximisation des budgets déjà déterminés. Elle ne porte plus de caractère rédistributif, qui est déjà assuré dans le programme OPTREG ou au niveau interrégional.

Dans le programme OPTSEC, les investissements devront être affectés aux sections qui ont permis d'établir et de développer les accès inter et intra-régionaux à la région donnée. En d'autres termes, ce programme effectue une maximisation des budgets sur les sections qui ont fortement contribué à l'établissement et à l'amélioration de la connectivité globale du réseau, dans la région donnée.

Précédemment, dans le sous-chapitre 3.2.2., nous avons précisé que les sections ayant fortement contribué à l'établissement de la connectivité de réseau, sont celles qui ont aussi un haut niveau d'accessibilité spatiale ou qui offrent le plus d'interrelations entre les centres dans un espace donné.

C'est pourquoi, l'objectif du programme OPTSEC peut aussi s'exprimer par une maximisation de budgets d'aménagement de sections d'infrastructures offrant de hauts niveaux d'accessibilité spatiale . Il se conforme également aux objectifs d'établissement et d'amélioration des accès intra et inter-régionaux du réseau dans une région donnée.

En plus des contraintes de disponibilité budgetaire, les préférences des entreprises productrices et des usagers doivent être prises en compte dans le programme OPTSEC. Ce sont les agents principaux générateurs de flux de biens et de personnes. Ce sont eux aussi qui ont besoin d'accès intra et

interrégionaux suffisants pour transporter leurs produits et pour se déplacer.

Si dans le programme OPTREG, l'espace est considéré comme milieu de propagation des phénomènes économiques, ou plus précisement, comme milieu permettant d'induire le développement dans les régions défavorisées, dans le programme OPTSEC, l'espace est considéré comme un bien économique. Cette dernière considération vient du fait que les entreprises productrices et les usagers donc les générateurs de flux, prennent en compte le facteur espace dans leurs préférences d'utilisation des sections d'infrastructures, en choissisant les sections qui leur offrent les meilleurs accès aux marchés ou aux facilités lointains.

La préférence des entreprises productrices, comme elle a été énoncée plus haut, est de maximiser leurs profits en choissisant les itinéraires qui leur offrent les meilleures possibilités d'atteindre les marchés les plus larges, avec les coûts de transports minimaux.

La préférence des usagers par contre, est de maximiser les possibilités d'atteindre les centres où se trouvent les activités qui leur sont nécessaires (lieu de travail, de marché, de loisir, de service public, etc.). Ils choissisent les itinéraires qui leur offrent aussi des coûts

de déplacement minimaux, sous contrainte de leurs revenus.

En prenant en compte les constats ci-dessus, on pourra formuler la fonction d'objectif et les contraintes du programme OPTSEC, de la facon suivante :

- objectif du programme OPTSEC:
  Maximiser l'affectation des budgets d'aménagement obtenus dans le programme OPTREG, sur les sections ou les troncons d'infrastructures qui ont les niveaux d'accessibilité spatiale les plus élevées dans chaque région considérée.

Si l'on note que ;

l = 1,2,....,L indiquant les sections nécessitant un aménagement et correspondent à chaque type d'aménagement (i à M) de l'infrastructure concernée (k à K), dans chaque région (j à R),

a_{ilkj} = niveau d'accessibilité spatiale de la section l de l'infrastructure k dans la région j, qui nécessite un aménagement de type i,

T_{ilkj} = longueur de section l de l'infrastructure k dans la région j, nécessitant un aménagement de type i. C'est la variable de décision du programme OPTSEC

i = 1,2,..,M : types d'aménagement,
k = 1,2,..,K : types d'infrastructures.
j = 1,2,..,R : nombre de régions.

La fonction d'objectif OPTSEC s'écrit comme suit :

$$[\ MAX\ ] \sum_{j}^{R} \sum_{k}^{K} \sum_{l}^{L} \sum_{i}^{M} a_{ilkj} . T_{ilkj} \qquad (4.28)$$

Le niveau d'accessibilité spatiale de chacune des sections considérées est calculé séparément, à partir de la formule (3.3) dans le chapitre III.

(2).Contraintes du programme OPTSEC.

(2.1).Contrainte de disponibilité budgétaire.

La contrainte de disponibilité budgétaire repose sur le fait que les budgets affectés aux sections considérées ne doivent pas dépasser les montants d'investissements associés à i,k, et j , qui sont optimalement déterminés dans le programme OPTREG.

Cette contrainte se formule donc pour les sections correspondant à chacun des types d'aménagement et à chacun des types d'infrastructures,sous formule suivante ;

- pour j = 1 ; k = 1 ; i = 1 :

$$\sum_{l}^{L} CA_{1111} \cdot T_{1111} < (inv)^{*}_{111}$$

- pour j = 1 ; k = 1 : i = M :

$$\sum_{l}^{L} CA_{M111} \cdot T_{M111} < (inv)^{*}_{M11}$$

. . .
. . .

- pour j = 1 ; k = K ; i = 1 :

$$\sum_{l}^{L} CA_{11K1} \cdot T_{11K1} < (inv)^{*}_{1K1}$$

. . .
. . .

- pour j = R ; k = K ; i = M :

$$\sum_{1}^{L} CA_{M1KR} \cdot T_{M1KR} < (inv)^{*}_{M1KR}$$

ou en formule générale :

- pour j = 1 à R , k = 1 à K , i = 1 à M :

$$\sum_{1}^{L} CA_{ilkj} \cdot T_{ilkj} < (inv)^{*}_{ikj} \qquad (4.29)$$

Où ;

CA_{ilkj} = dépense unitaire d'aménagement de type i sur la section l de l'infrastructure k dans la région j, (en unité monétaire par km).

T_{ilkj} = variable de décision de l'OPTSEC;longueur à déterminer à aménager sur la section l de l'infrastructure k dans la région j.

En effet, il y aura R X K X M contraintes de disponibilité budgétaire dans le programme OPTSEC, conformément au nombre d'investissements optimaux affectés dans le programme OPTREG.

(2.2). Contrainte de longueur maximale des sections à aménager.

Cette contrainte s'applique au programme OPTSEC pour que la longueur à aménager sur chacune des sections ne dépasse pas la longueur totale de la section concernée,soit :

- pour j = 1 à R, k = 1 à K :

$$\sum_{l}\sum_{i} T_{ilkj} \; - \; < \; (LT)_{lkj} \qquad (4.30)$$

où ;

$(LT)_{lkj}$ = longueur totale de la section l de l'infrastructure k dans la région j.C'est une donnée préalablement préparée lors d'une enquête effectuée pour la procédure AFFINAE.

Une application de ce type de contrainte impose aussi un nombre de R X K contraintes dans ce programme.

(2.3). Préférence des entreprises productrices.

Les entreprises productrices,comme le précise aussi de M.MOUGEOT, cherchent à maximiser leurs profits en réduisant le coût de transport de leurs produits aux marchés. Parallèlement, la réduction de ces coûts peut s'effectuer en choisissant les itinéraires d'acheminement de leurs produits qui leur offrent les coûts minimaux.

L'aménagement de certaines sections équivaut donc, pour ces entreprises là, une amélioration de leurs accès à certains endroits, et aussi qu'une réduction de coûts de transports pour leurs produits.

En effet, la préférence de ces entreprises s'impose dans le programme OPTSEC. Elles imposent que les coûts de transports pour leurs produits sur les sections à aménager ne soient pas supérieurs aux coûts totaux de transports du

produit concerné jusqu'au marché. C'est pourquoi, la préférence de ces entreprises se formule pour les produits différents, soit :

- on considére que pour le produit f, où f = 1 à F :

$$\sum_{j}\sum_{k}\sum_{l}\sum_{i}^{R\ K\ L\ M} (ct)_{filkj} \cdot T_{ilkj} < (CT)_{f}^{m} \qquad (4.31)$$

Où ;

$(ct)_{filkj}$ = coût de transport unitaire (en unité monétaire par tonne-km) du produit f sur la section l, de l'infrastructure k dans la région j, où cette section nécessite un aménagement de type i.

$(CT)_{f}^{m}$ = coûts totaux de transports du produit f jusqu'au marché, en unité monétaire par tonne-km.

T_{ilkj} = variable de décision ; longueur à déterminer. à aménager sur la section l de l'infrastructure k dans la région j.

(2.4).Préférence des usagers.

Les usagers, consommateurs de services de transports, se déplacent en utilisant les sections d'infrastructures, pour se rendre à leurs points de destination.

Ils utilisent leurs propres moyens de transports et en courent certains coûts de déplacement en carburants, entretien de leurs véhicules, etc. Ils peuvent aussi se déplacer en utilisant les moyens de transport en commun en acquitant un certain prix.

La préférence des usagers de véhicules individuels ou de transports en commun veut que les coûts à leur charge et les tarifs pratiqués ne dépassent pas leurs dépenses totales de déplacement.

Par ailleurs, dans la plupart des pays en développement, les moyens de transports collectifs jouent encore un rôle déterminant dans les relations interrégionales (voir le rapport IRT sur les transports collectifs interrégionaux, 1976). Ce phénomène est courant dans ces pays, car le taux de motorisation est encore bas, de sorte que les usagers de transports collectifs sont plus nombreux que les usagers de véhicules individuels.

La formulation de la préférence des usagers repose sur cette catégorie déterminant d'usagers. La contrainte associée sera la réduction de prix des déplacements effectués en transports collectifs sur les sections considerées. Cette contrainte stipule que les prix de déplacement en transports collectifs ne doivent pas être supérieurs aux dépenses totales des usagers pour tous leurs déplacements. La contrainte en question s'écrit comme suit :

pour la région j = 1 à R :

$$\sum_{k}^{K}\sum_{l}^{L}\sum_{i}^{M} P_{ilkj} \cdot T_{ilkj} < (DT)_j \qquad (4.32)$$

Où ;

P_{ilkj} = prix de déplacement en transports en commun sur la section l (en unité monétaire par voyageur-km) de l'infrastructure k dans la région j, où cette section nécessite un aménagement de type i,

$(DT)_j$ = moyenne de dépenses totales de transports ou de déplacement par capita dans la région j,

Cette contrainte exige d'ailleurs des renseignements détaillés sur la composition des dépenses moyennes de consommation par rapport aux revenus par habitant dans la région considérée.

Certains pays en disposent, notamment sur les statistiques régionales de dépenses quotidiennes par habitant de la population dans la région étudiée. Par contre, si l'on ne dispose pas de ce type de renseignements, on pourra alors déserrer la contrainte correspondante, c'est-à-dire : remplacer le second membre de la contrainte concernée par le revenu moyen par habitant.

(2.5). Contrainte de non-négativité.

Il est aussi nécessaire d'associer une contrainte de non-négativité à toutes les variables de décision à optimiser dans le programme OPTSEC, soit :

$$T_{ilkj} > 0 \qquad (4.33)$$

pour i = 1 à M;
l = 1 à L;
k = 1 à K;
j = 1 à R.

(3).Résolution du programme OPTSEC.

Le programme OPTSEC est une programmation linéaire comportant un certain nombre de contraintes linéaires.Le nombre de contraintes considérées dans ce programme est le suivant :

- R X K X M contraintes de disponibilité budgétaire,
- R X K contraintes de longueur maximales des sections à aménager,
- F contraintes de préférence des entreprises productrices, où f = 1 à F sont les produits considérés,
- j contraintes de préférence des usagers.

Le programme OPTSEC se résoud normalement comme toute programmation linéaire. Nous n'élaborons pas la démarche de résolution de ce programme, car il existe de très nombreuses méthodes de résolution du programme linéaire, dont les primales et duales.

Nous nous proposons par ailleurs, d'utiliser la méthode de résolution simplexe dans le programme OPTSEC, en raison de la simplicité de la résolution proposée, ainsi que de la disponibilité de logiciels correspondants sur le marché. La méthode simplexe exige d'ailleurs le temps de calcul le plus long, qui peut être réduit, en utilisant un micro-ordinateur de puissance moyenne (2Mo par exemple).

La méthode de résolution simplexe se base sur un certain nombre de procédures itératives, appliquées à chacune des contraintes correspondantes. A la fin de ces procédures, la différence entre les variables de décision calculées pour chaque contrainte doit être inférieure à zero (le cas d'une maximisation), pour que la solution optimale puisse se trouver. Dans la résolution de ce programme, nous avons utilisé un logiciel de programmation linéaire, mise au point par J.CHRETIEN et alii.(1980).

4.4.3.3. Elaboration de la procédure AFFINAE dans le cadre temporel.

Jusqu'à maintenant, nous avons établi les étapes de la procédure AFFINAE dans une période unique.

Or, dans la programmation des investissements en infrastructures de transports, les budgets sont déterminés période par période , par exemple en plan quinquennal d'aménagement.

C'est pourquoi, il est nécessaire de tenir compte de la variation de budgets dans la période considérée.

La prise en compte du facteur temps affecte notamment la variation de targets d'aménagement à réaliser dans une période par rapport à d'autres.

La réalisation d'un aménagement dans le programme OPTSEC (exprimés en longueur aménagée) dans une période donnée, peut diminuer la longueur totale à aménager dans la période suivante. La réalisation d'un target d'amenagement dans une période peut donc aussi changer le target d'aménagement correspondant dans la période suivante.

En effet,dans l'élaboration de la procedure AFFINAE à la période suivante, on devra d'abord déterminer la variation du target pour chacun des types d'aménagement concernés,ainsi que pour chacune des infrastructures et régions considérées.

La différence entre les targets de la période (t) et les targets de la période (t+1), s'exprime sur la diminution de la longueur totale à aménager à la période (t+1), soit :

$$(L_{ikj}^{t+a}) = (L_{ikj}^{t+a-1}) - (T_{ikj}^{*\,t+a-1}) \qquad (4.34)$$

ou ;

$$(T_{ikj}^{*\,t+a-1}) = \sum_{l}^{L} (T_{ilkj}^{*\,t+a-1}) \qquad (4.34a)$$

(L_{ikj}^{t+a-1}) , (L_{ikj}^{t+a}) sont les longueurs totales de l'infrastructure k dans la région j nécessitant un aménagement de type i dans la période t+a-1,et dans la période t+a, respectivement,

$(T^{*\ t+a-1}_{ikj})$ longueur optimale réalisée à aménager à la période (t+a-1), obtenue par la réalisation du programme OPTSEC dans cette période, qui correspond au type d'aménagement i, et d'infrastructure k dans la région j.

Si [L(ikj)] change dans la période suivante (t+a), le target d'aménagement de l'infrastructure k dans la région j comme la formule (4.5) sera également changé dans cette période, dans la formule ;

$$(V^{t+a}_{kj}) = \sum_i \frac{M\ (L^{t+a}_{ikj})}{t+a\ (L_{kj})} . (V^{t+a}_{ikj}) \qquad (4.35)$$

$$= \sum_i \frac{M\ (L^{t+a-1}_{ikj}) - (T^{*\ t+a-1}_{ikj})}{t+a\ (L_{kj})} . (V^{t+a}_{ikj}) \qquad (4.35a)$$

Où ;

(V^{t+a}_{ikj}) , (V^{t+a}_{kj}) = target d'aménagement de type i et target total d'aménagement de l'infrastructure k dans la région j à la période t+a, respectivement.

Les autres signes sont les mêmes que précédemment.

L'optimisation dans la procédure AFFINAE à la période t+a, s'effectue donc de la même manière que dans la période précédente ou t+a-1, avec des targets d'aménagement différents. Par conséquent, les autres paramètres et indicateurs pris en compte dans cette procédure sont aussi différents d'une période a l'autre (coûts d'aménagement, prix de produits, etc.). Par exemple, le calcul de niveau d'accessibilité spatiale de la période t+a prend en compte les sections améliorées ou renforcées à la période t+a-1,

ainsi que le changement dans le nombre de centres pris en compte sur la section donnée à la période concernée.

4.4.4. Mesure de la degré d'efficacité d'affectations dans la procédure AFFINAE.

La notion d'efficacité peut exprimer, selon le Dictionnaire "Robert", le fait de produire le maximum des résultats avec un minimum de dépenses. Par ailleurs, elle pourra aussi contenir un caractère de réalisation au maximum de l'objectif prédéterminé par les résultats d'un processus (J.W.DICKEY, et L.H.MILLER, 1984).

De ce fait, on pourra alors préciser que l'efficacité des résultats obtenus dans la procédure AFFINAE peut contenir deux notions : d'une part, elle indique que l'objectif prédéterminé dans cette procédure est optimalement réalisé par les résultats obtenus. En d'autres termes, la procédure AFFINAE a permis de rendre les résultats efficaces, si elle peut réduire la disparité entre les niveaux de service d'infrastructures de transports dans les régions analysées.

D'autre part, l'efficacité de cette procédure tient aussi au fait que la réalisation optimale de l'objectif de cette procédure se fait avec l'utilisation optimale des ressources correspondantes. En d'autres termes, cette procédure permet aussi de rendre les résultats efficaces, si elle produit des résultats assurant une réduction (ou un équilibrage) de la disparité des niveaux de services d'infrastructures de transports dans les régions, selon la

disponibilité de budgets à affecter.

Par conséquent, on pourra mettre au point, dans cette procédure, deux mesures qui indiquent le degré d'efficacité des résultats obtenus. La première mesure indique les degrés d'efficacité de ces résultats par rapport à la réalisation de l'objectif déterminé, ou à l'équilibrage de la disparité entre ces niveaux de service. Et la deuxième mesure détermine les degrés d'efficacité de ces résultats par rapport à l'utilisation de budgets, ou bien, par rapport à la disponibilité budgétaire.

4.4.4.1. Degré d'efficacité par rapport à la réalisation de l'objectif de procédure AFFINAE.

Ce type de mesure révèle au moins deux tests d'efficacité :

- un premier test d'efficacité qui indique que l'affectation de budgets dans une certaine période considérée, peut révèler à une tendance d'équilibrage des niveaux de service d'infrastructures de transports dans les régions.

On souhaite dans ce type de mesure que la disparité de ces niveaux de service puisse se réduire dans les périodes concernées, soit :

$$(d_R^t) \gg (d_R^{t+1}) \gg (d_R^{t+2}) \gg \ldots \gg (d_R^T)$$

Où ; T = la fin des périodes déterminées.

Ou bien , ;

$$\left(d_R\right)^{t} - \left(d_R\right)^{t+a} > w_{-(R)} \qquad (4.36)$$

d'où ;

$(d_R)^{t}$ = mesure de disparité régionale des niveaux de services d'infrastructures de transports dans l'ensemble de R régions, comme la formule (4.3) plus-haut, à la période t,

$(d_R)^{t+a}$ = mesure de ce type de disparité , mais à la période de (t+a),

$w_{(R)}$ = valeur positive déterminée par l'utilisateur ou par la politique redistributive de développement régional et d'aménagement de cette infrastructure, indiquant que la réduction de cette disparité doit être égale ou supérieure à cette valeur là,

t = 1,2,...,T : les périodes considérées dans cette affectation budgétaire,

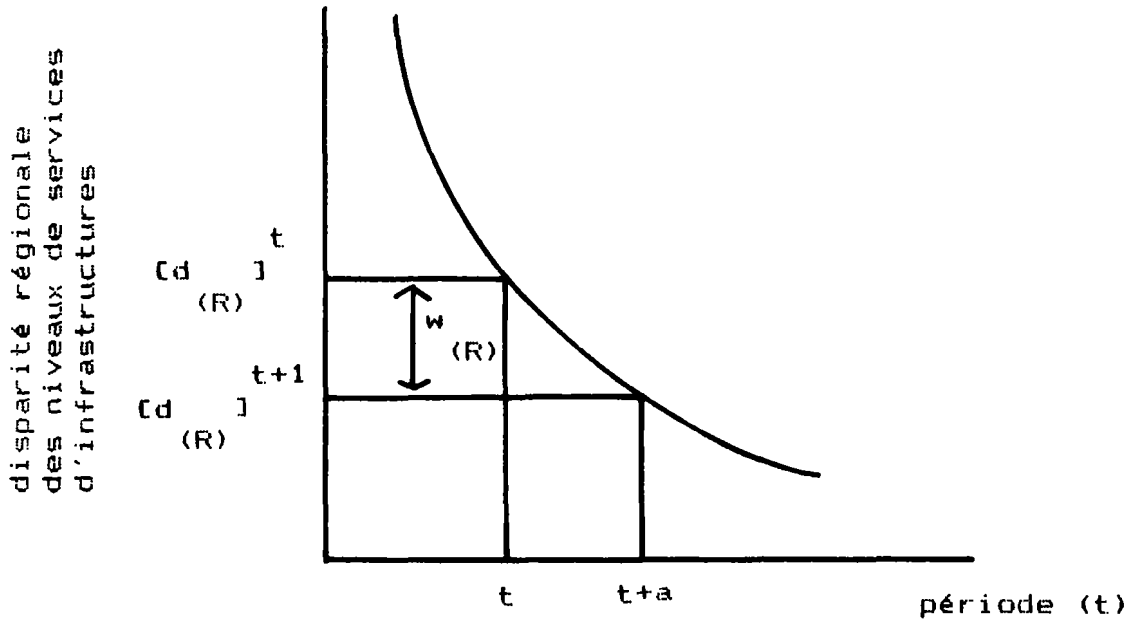
a ; indiquant l'avancement de la période concernée.

On pourra parallèlement déterminer la réduction de cette disparité, à l'aide d'une courbe théorique décroissante, indiquant la relation des valeurs de d(R) aux périodes considérées (t à T), comme le montre à la figure 4.5. ci-après.

- un deuxième test d'efficacité de l'affectation effectuée dans la procédure AFFINAE, par rapport aux revenus des régions concernées. Ce test fait appel aux conclusions de J.L.HINE (voir chapitre III),selon lesquelles les budgets d'aménagement de type construction doivent plutot être

Figure 4.5.

Evolution de la disparité régionale
des niveaux de services d'infrastructures
de transports dans l'ensemble de R régions
aux périodes déterminées.



affectes aux régions moins développées à très faible niveau d'accessibilité ; les budgets d'aménagement de type amélioration de qualité de service, doivent plutot être affectés aux régions plus développées à forte niveau d'accessibilité.

Si l'on suppose que l'efficacité de l'affectation budgétaire par rapport au niveau de développement de région suit les conclusions de HINE, on aura alors une courbe décroissante indiquant la rélation entre les investissements ou les budgets d'aménagement de type construction, affectés à une région, et le revenu de la région concernée. Et on aura aussi une courbe croissante indiquant la relation des budgets d'aménagement de type amélioration, avec le revenu de ces régions (figure 4.6.).

On pourra d'ailleurs tester les conclusions de HINE en analysant les courbes construites d'après l'affectation des budgets d'aménagement dans la procédure AFFINAE, par référence aux niveaux de service d'infrastructures de transports dans les régions étudiées (figure 4.7.).

Figure 4.6.

Affectation budgétaire selon les types d'aménagement par rapport aux revenus des régions considérées

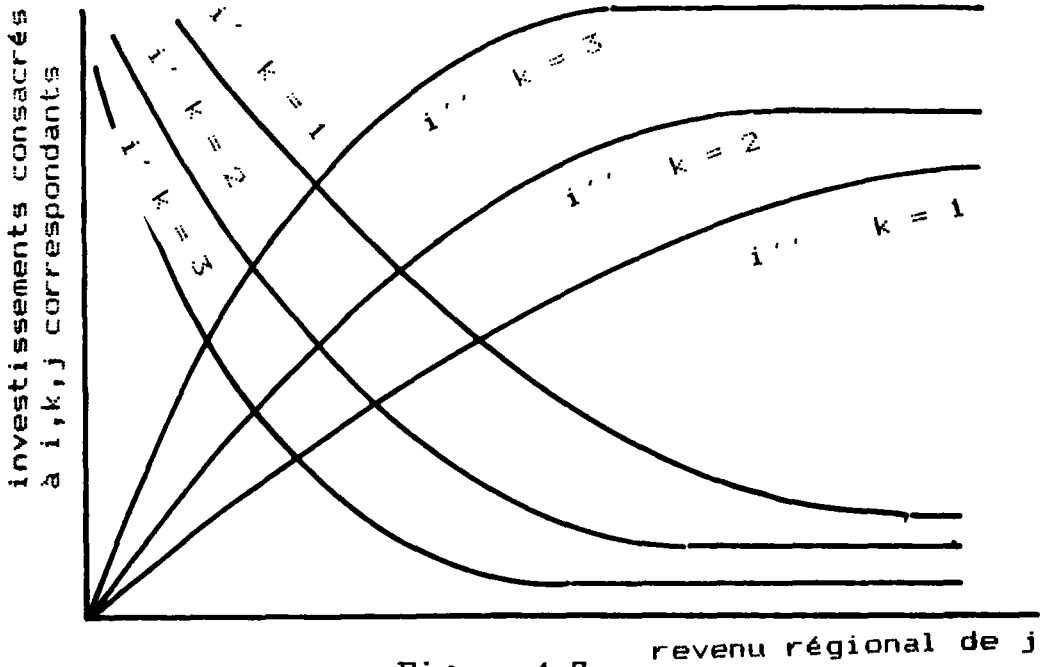
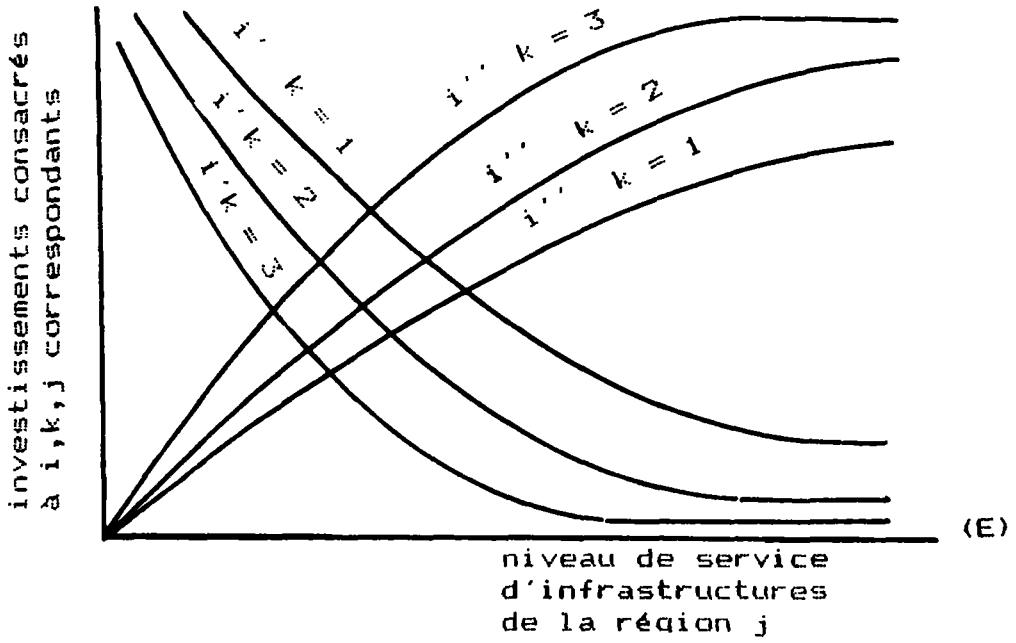


Figure 4.7.

Affectation budgétaire selon les types d'aménagement par rapport aux niveaux de services d'infrastructures de transports dans les régions.



note ;

i' = type d'aménagement à caractère de construction,
i'' = type d'aménagement à caractère d'amélioration,
k = types d'infrastructures concernées,

note :
(E) = niveau de services d'infrastructures
j de transports de la région j.

4.4.4.2. Degré d'efficacité par rapport à la disponibilité budgétaire.

La mesure des degrés d'efficacité des résultats de la procédure AFFINAE par rapport à la disponibilité budgétaire, réunit trois tests :

- le test d'efficacité d'affectation de budgets disponibles par rapport aux types d'aménagement ,
- le test de cette efficacité par rapport aux types d'infrastructures, et
- le test de ce type d'efficacité par rapport aux targets réalisés dans les régions.

Dans le premier test, on construit une courbe de degrés d'efficacité avec les disponibilités budgétaires en **abscisse** , indiquées par le pourcentage de budgets totaux disponibles par rapport aux targets totaux correspondants.

En ordonnée, figurera la réalisation de ces targets selon les types d'aménagement. Elle sera représentée par le pourcentage d'investissements affectés par type d'aménagement par rapport au target correspondant, soit ;

En abscisse, on détermine ;

$$(h)^t = \frac{\sum_k^K (B_E)_k + \sum_k^K \sum_j^R (B_{reg.})_{kj}}{\sum_k^K \sum_j^R \sum_i^M b_{ikj}}^t . 100\ \% \qquad (4.37)$$

Où ;

$(h)^t$ = disponibilité de budgets totaux par rapport aux targets totaux à la période t (en %-age).

En ordonnée, on aura ;

- pour le type d'aménagement i = 1 à M :

$$(T)^t = \frac{\left(\sum_j^R \sum_k^K inv_{ikj}\right)^t}{\sum_j^R \sum_k^K b_{ikj}} .100\ \% \qquad (4.38)$$

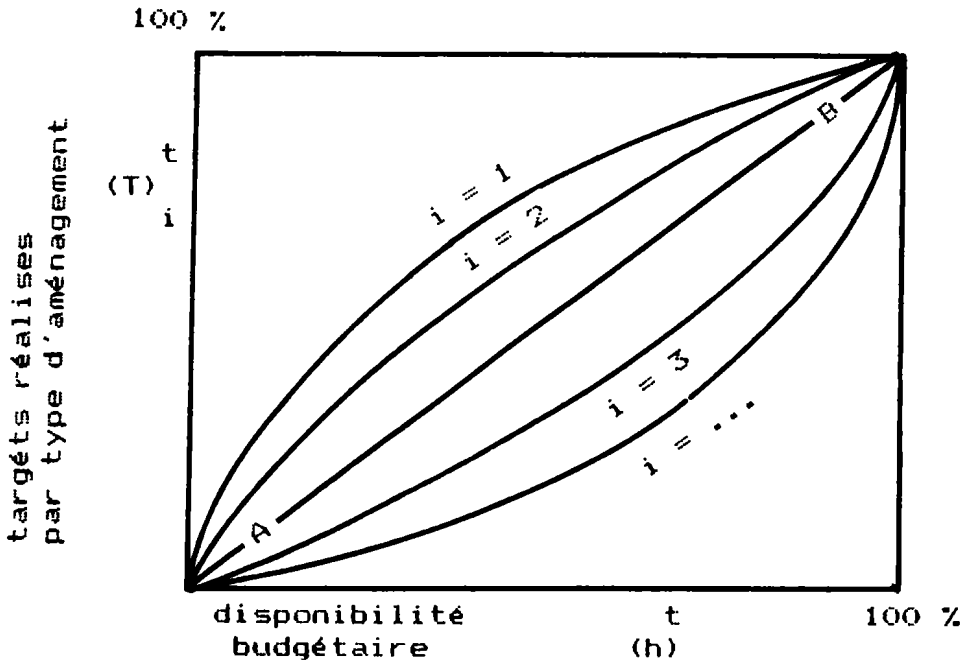
d'où ;

$(T)^t$ = pourcentage des targets réalisés dans l'aménagement de type i, pour tous les types d'infrastructures dans toutes les régions étudiées, à la periode t.

Les degrés d'efficacité d'affectation des budgets par rapport à la disponibilité budgétaire peuvent être déterminés à l'aide des courbes indiquant les relations de (h) et (T) dans la période correspondante (figure 4.8.).

Figure 4.8.

Disponibilité budgétaire par rapport aux targets réalisés pour chacun des types d'aménagement correspondants



Le degré d'efficacité sera élevé si la courbe qui correspond à chacun des types d'aménagement concernés, figurera une courbe concave ou au-dessus de AB (figure 4.8). Cela indique aussi qu'aux différents niveaux de disponibilité budgétaire, les targets réalisés pour le type d'aménagement concerné, sont plus grands que ceux qui figurent une courbe au-dessous de AB, et inversement.

De même que pour le premier test, on pourra aussi effectuer le deuxieme test d'efficacité, en établissant une relation entre les différents niveaux de disponibilité budgétaire et les réalisations de targets pour chacun des types d'infrastructures concernées.

Pour cela, on utilise la même abscisse, mais avec une ordonnée différente, qui est obtenue à partir de la formule ci-dessous ;

-pour l'infrastructure k = 1 à K :

$$(T_k)^t = \frac{\left(\sum_j^R \sum_i^M inv_{ikj}\right)^t}{\sum_j^R \sum_i^M b_{ikj}} \cdot 100\ \% \qquad (4.39)$$

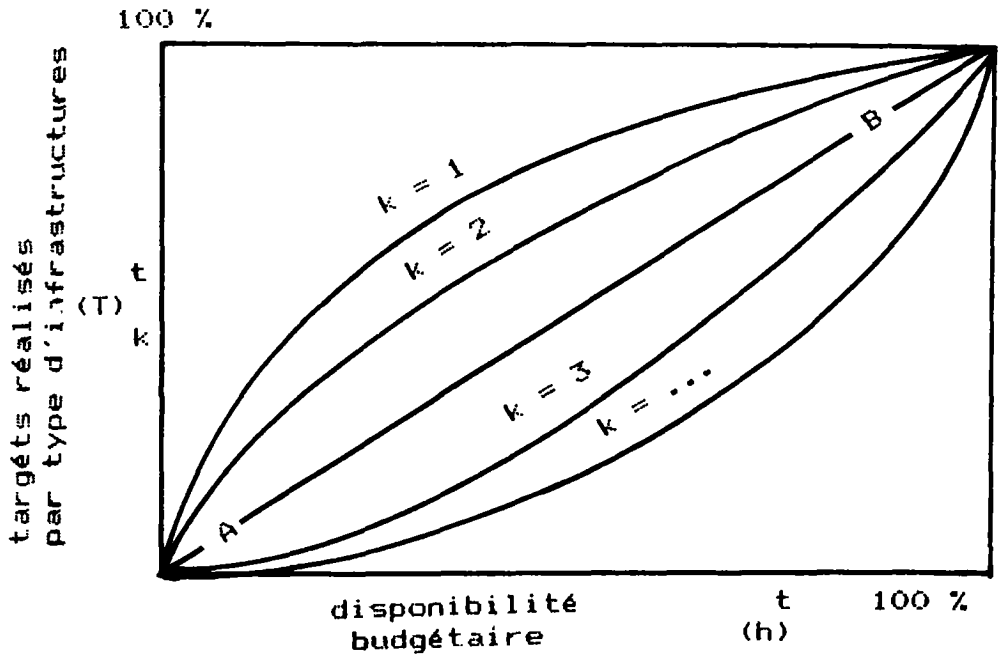
d'où ;

$(T_k)^t$ = targets d'aménagement réalisés pour tous les types d'aménagement (i = 1 à M), sur l'infrastructure k dans la période t, (en %-age).

Les degrés d'efficacité d'affectation de budgets sur l'infrastructure k suivent les même interprétations que celles ci-dessus en analysant les courbes correspondantes dans la figure 4.9.

Figure 4.9.

Disponibilité budgétaire par rapport aux targets d'aménagement réalisés sur tous les types d'infrastructures considérées



Le troisième test concerne également le degré d'efficacité à la réalisation des targets d'aménagement dans chacune des régions correspondantes, par rapport aux différents niveaux de disponibilité budgétaire.

On utilise aussi dans ce troisième test, la même abscisse de disponibilité budgétaire, définie en formule (4.37), et une autre ordonnée, définie par la formule suivante ;

- pour la région j, où j = 1 à R :

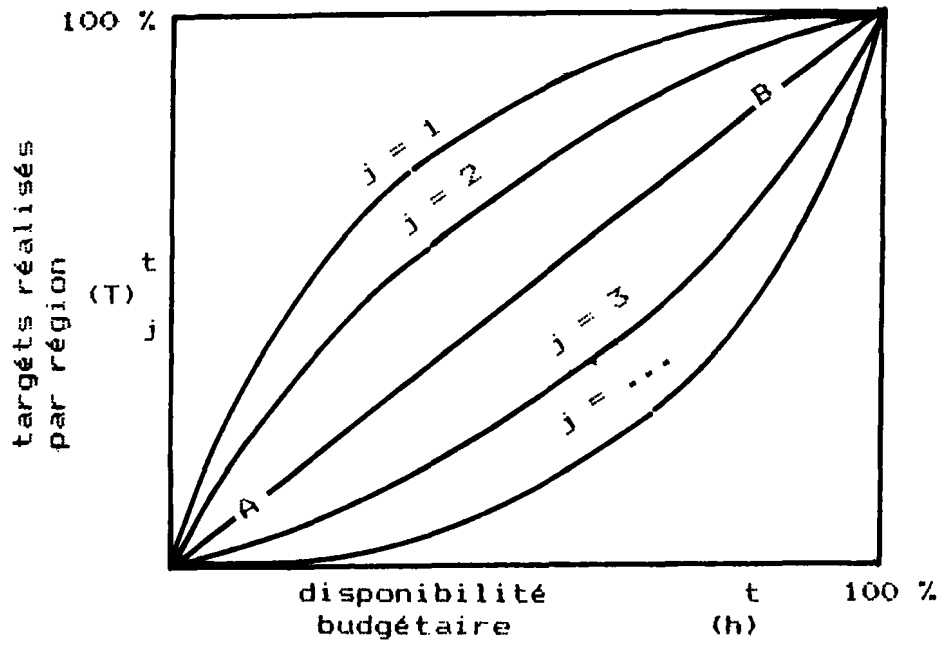
$$(T_j)^t = \frac{\left(\sum_k \sum_i inv_{ikj}\right)^t}{\sum_k \sum_i b_{ikj}} \cdot 100\ \% \qquad (4.40)$$

d'où ;

$(T_j)^t$ = targets d'aménagement réalisés dans la région j, pour tous les types d'aménagement sur tous les types d'infrastructures concernées (en %-tage).

Les courbes correspondantes au troisième test, seront présentées en figure 4.10.

Figure 4.10.
Disponibilité budgétaire par rapport aux targets réalisés dans chacune des régions considérées.



Dans ce troisième test, les interprétations des différents degrés d'efficacité de l'affectation budgétaire aux régions,se font de la même facon que dans les deux premiers tests.

En appliquant tous les mesures énoncées ci-dessus, on pourra alors déterminer les degrés d'efficacité de tous les types d'affectation budgétaire effectués dans la procédure AFFINAE.

4.5. Application de la procédure AFFINAE à un problème concret.

L'application de la procédure AFFINAE à un cas concret, pourra faire ressortir quelques portées, limits et faiblesses de cette procédure.

Pour celà, on pourra appliquer la procédure AFFINAE dans le cas où la relation entre les infrastructures de transports et l'aménagement de l'espace semble étroite.

Le cas d'aménagement de routes locales dans le cadre de développement de régions rurales en Indonésie, plus particulièrement, en province Java-Est, pourra fournir une bonne illustration.

Dans ce cas, les routes locales sont considérées comme un instrument du développement de régions rurales.

L'aménagement de routes locales a donc pour objectif de développer l'accès intra et interrégional à ces régions, afin d'assurer principalement des échanges de produits entre ces régions et les centres de commercialisation (ou les agglomérations).

Le chapitre suivant sera consacré à un développement de l'application de cette procédure dans le cas concerné.

CHAPITRE V

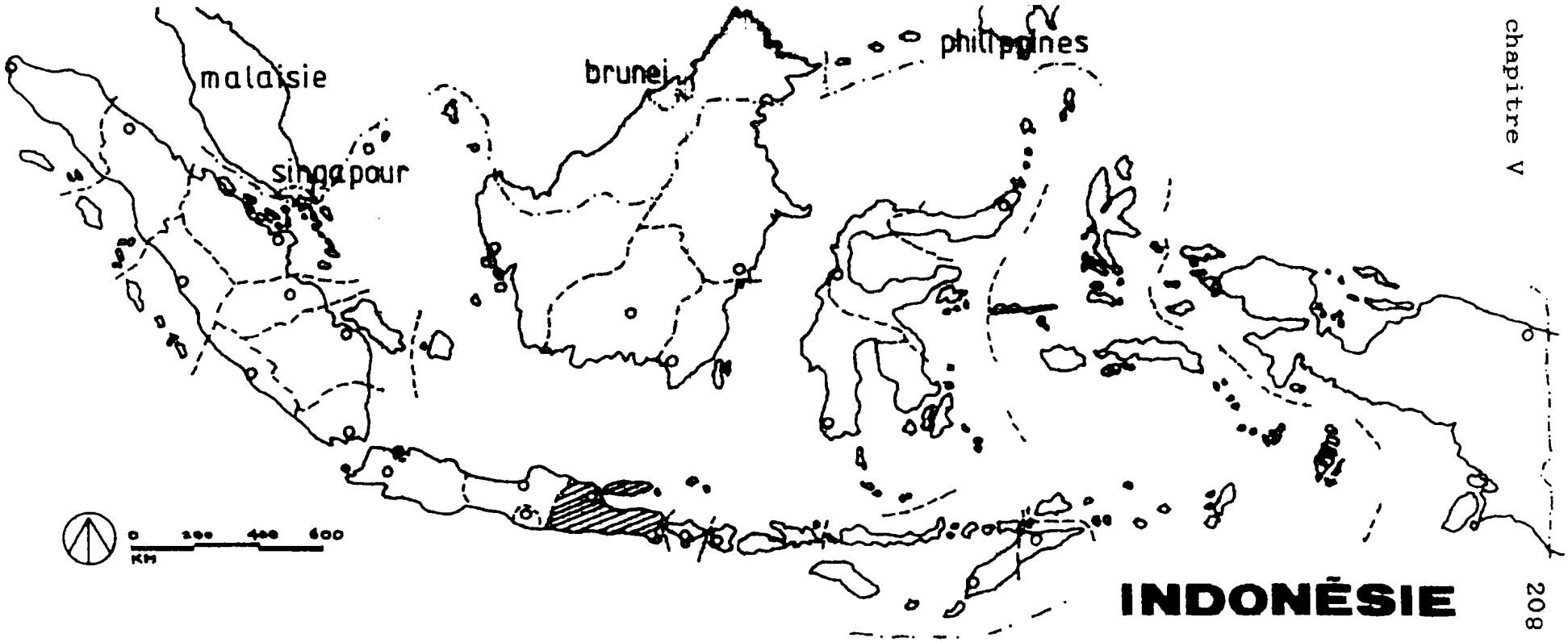
APPLICATION DE LA PROCEDURE AFFINAE

AU CAS TRAITE

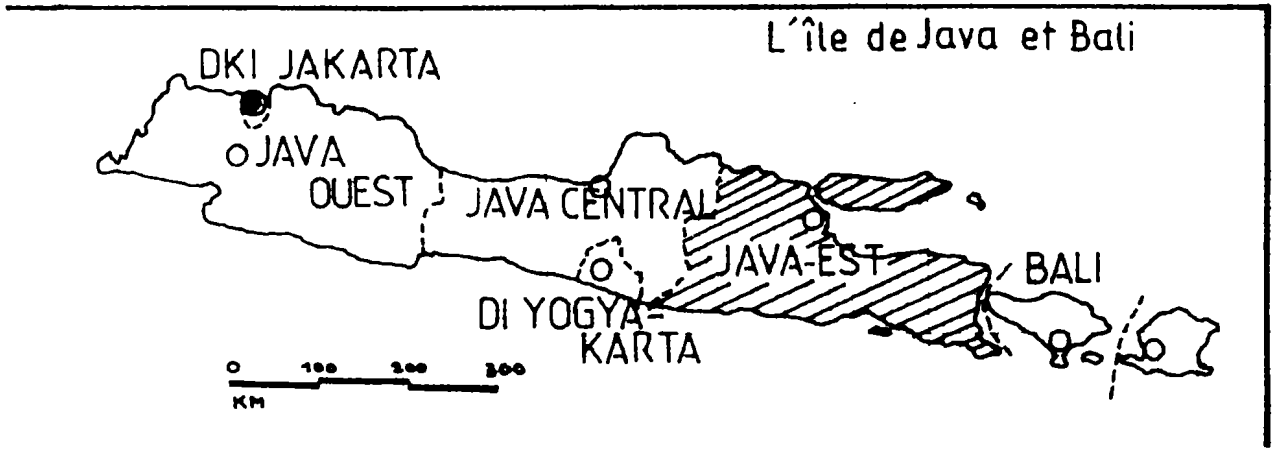
L'objectif de ce chapitre est d'appliquer la procédure AFFINAE dans un cas concrèt ; la programmation d'investissements pour l'aménagement de routes locales en Province Java-Est, Indonésie. Cette application permet d'analyser l'efficacité de cette procédure dans un cas réel.

Dans cette application, on analyse le fonctionnement de la procédure ainsi que les résultats obtenus, face à une situation présentant des problèmes courants dans les pays en développement. Parmi ces problèmes, citons : l'insuffisance de données, les variations de disponibilité budgétaire, limitations de budgets, les problèmes de disparité régionale, et bien d'autres encore.

Ce chapitre se divise en trois parties : présentation générale du cas à traiter, application de la procédure AFFINAE à ce cas, et interprétation des résultats ainsi que de l'efficacité de fonctionnement de cette procédure dans le cas concerné.



INDONÉSIE



◎ capital de l'Indonésie
○ capital de province

▨ région d'étude

5.1. Présentation générale du cas à traiter.

L'Indonésie est un archipel comprenant à peu près 13.000 îles sur une distance de 5.159 km, soit l'équivalent de Brest à Moscou. La superficie de l'Indonésie est de 1.932.350 km2, soit presque quatre fois celle de la France. Pays en développement et cinquième du monde par sa population (150millions d'habitants en 1980), l'Indonésie face à de nombreux défis : démographique, manque d'équipements et d'infrastructures, de l'aménagement du territoire, pour n'en citer que quelques uns.

La province Java-Est est l'une des 27 provinces qui constituent l'Indonésie. Elle se trouve à l'Est de l'île de Java, l'île la plus peuplée d'Indonésie. Cette province est, elle même, aussi la plus peuplée de tout le pays.

La superficie de cette province est de 48.371,98 km2, avec une population de 29,2 millions d'habitants en 1980.

Cette province se divise en 29 districts non urbains ou " Kabupaten ", et 8 districts urbains ou grandes villes, appelés " Kotamadya ".

Ce sont les 29 districts non urbains ou Kabupatens que nous avons adopté comme un cas d'étude sur lequel

l'aménagement de routes locales est programmé. Pour de raison de simplicité, nous les appelerons par la suite; régions ou districts, qui indiquent les régions que nous étudions.

5.1.1. Situations socio-économiques : un développement régional inégal.

La densité de population de la province Java-Est est la plus élevée au niveau national (16 habitants /km2), car 20 % de la population nationale habite sur 2,5 % du territoire national. Malgré celà, le taux de croissance démographique de cette province est inférieur à celui de l'Indonésie : 1,5 % par rapport à 2,3 % par an au niveau national ,en 1980.

La pyramide démographique de cette province révèle une concentration dans les tranches d'âge de 0 à 14 ans (48 %), soit une population en âge de scolarité. 44 % se concentrent dans la tranche d'âge de 20 à 50 ans, qui est la plus productive d'une population active.

Ces tendances démographiques par tranche d'âge montrent bien que les équipements scolaires et médicaux sont d'une même importance que les emplois.

Par ailleurs, la répartition géographique de la population en province Java-Est montre une forte concentration sur l'axe Nord-Sud ou l'axe Surabaya (la capitale de la province)- Malang (deuxième ville après

Surabaya par sa population),et l'axe Est - Ouest ou l'axe Kediri - Jember (Figuer 5.1.). Ceci n'est pas etonnant car autour de ces deux axes de développement, sont concentrées des industries, des commerces, ainsi que les équipements et infrastructures les plus importants de la province concernée.

Le même phénomène se trouve ainsi dans la répartition des équipements sociaux (mesurés en nombre d'équipements scolaires et médicaux par régions/districts). La moyenne provinciale est, d'un équipement scolaire (primaire et secondaire) pour 6000 habitants, et d'un équipement médical pour 3000 habitants. La figure 5.2. permet de montrer une forte concentration de ces équipements sur les deux axes cités plus haut.

Les activités économiques de cette province sont basés notamment sur les secteurs agricole, forestier, et pêcherie qui représente 40 % du produit intérieur régional brut en 1980.

Cependant, la part des autres secteurs, tels que : l'industrie, le commerce, et les services semble croître dans le PIRB (basé sur la période de 1975 à 1980).

L'accroissement de la part des secteurs d'industries manufacturiers et de commerces dans le PIRB est important, de 31 % en 1975 à 38% en 1980 (tableau 5.1).

Tableau 5.1.

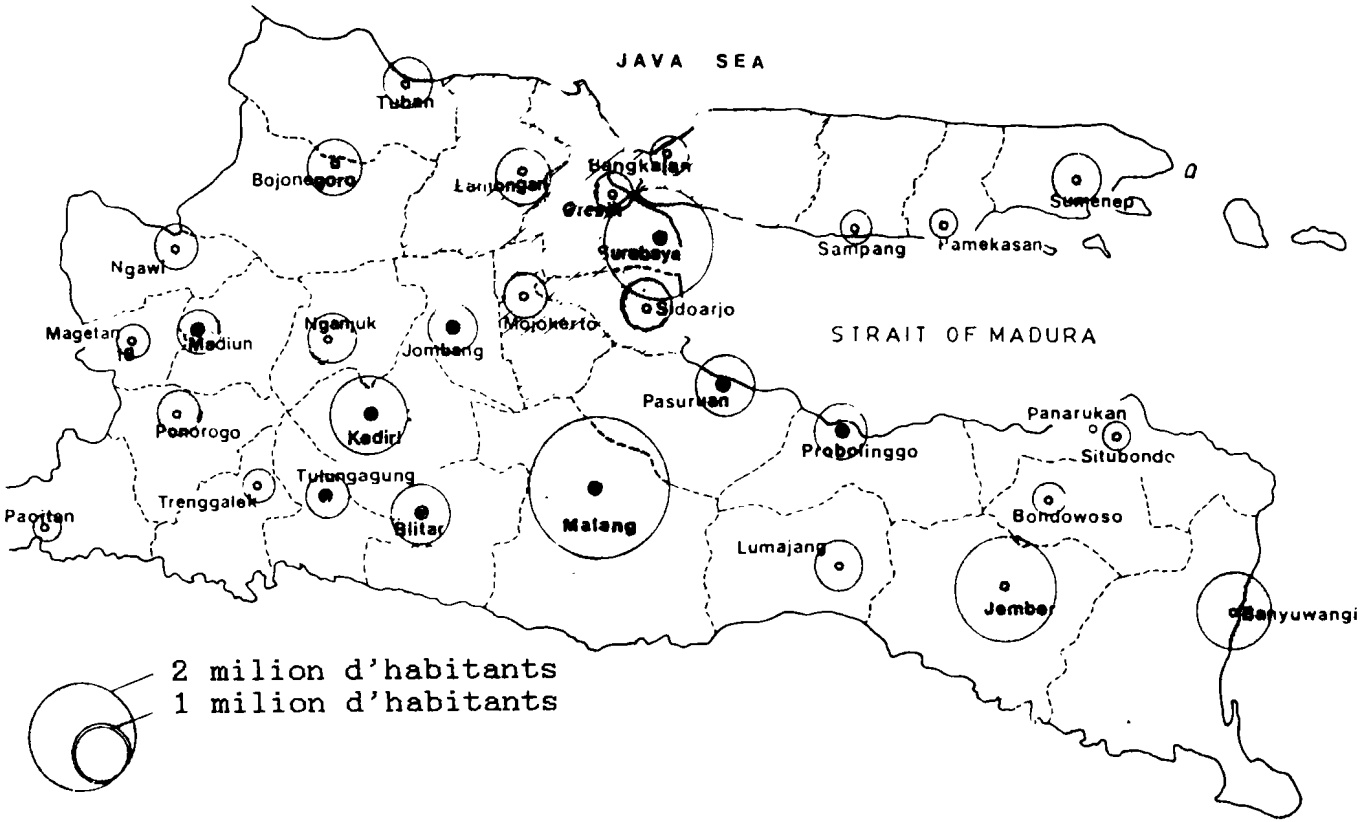
Evolution de la structure
du Produit Intérieur Régional Brut
de la Province Java-Est
en 1975 et en 1980

Sous-secteur	la part de contribution du sous-secteur dans le PIRB (en %-tage)		
	1975	1980	evolution
1. Agriculture	45,4	40,14	-
2. Miniers	0,2	0,3	+
3. Industries manufacturiers	11,93	15,67	+
4. Electricite, gaz, et eau	0,45	0,5	+
5. Construction	0,72	0,91	+
6. Commerce	19,00	22,15	+
7. Transports et communications	4,80	4,4	-
8. Banques, Assurances, etc.	1,35	1,41	+
9. Logement	2,30	1,8	-
10. Adiministration publiques	11,30	10,90	-
11. Autres Services	2,55	1,82	-
Total (%)	100	100	
$x\ 10^6$ Rps. (valeur actuelle)	1.853.405	5.873.607	

source : Java-Est en Chiffres, 1984
Bureau Provincial des Statistiques
Prov. Java-Est.

Figure 5.1.

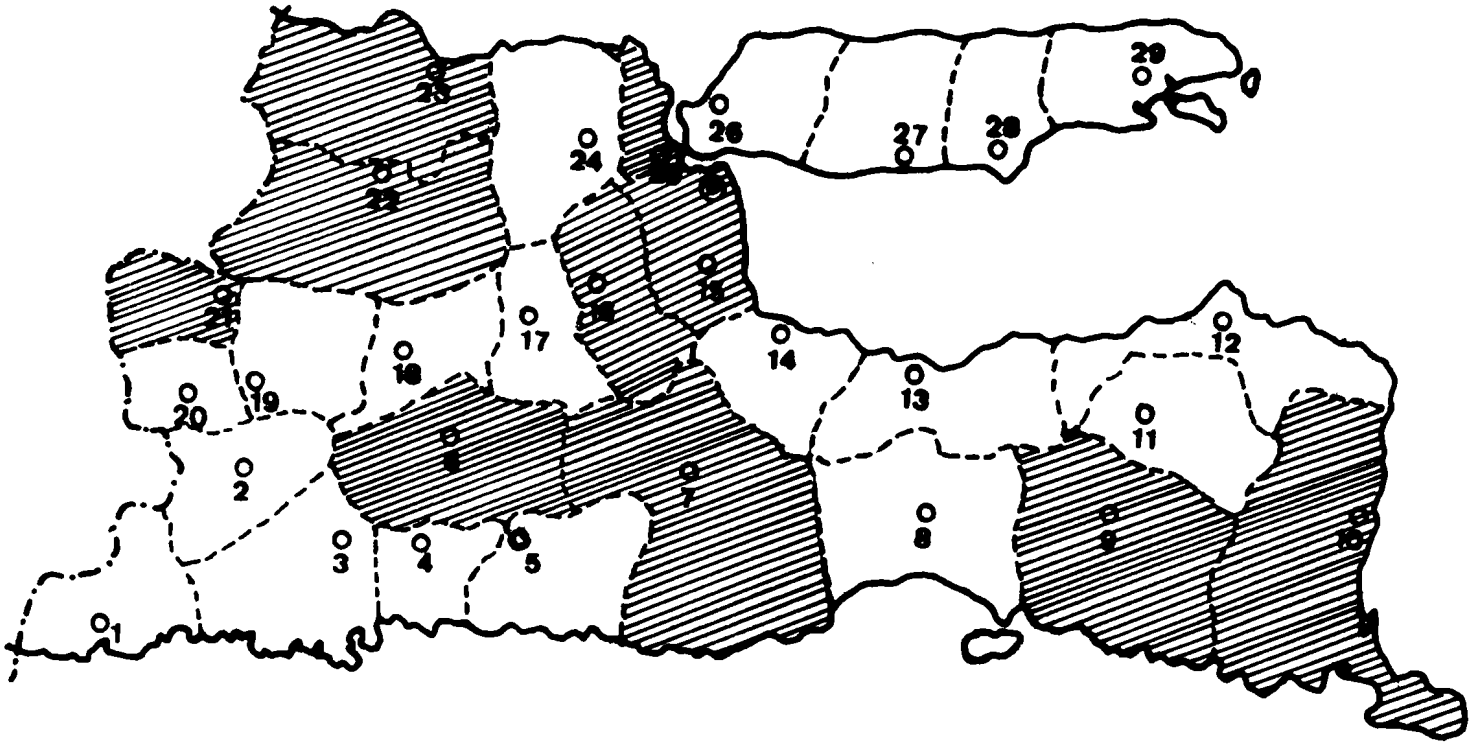
Distribution géographique
de la population
en Province Java-Est , 1980



Source : Minist.des TP et JICA,1983

Figure 5.2.

Disparité des équipements
scolaires et de santé
en province Java-Est 1980



Source : Bureau provincial des Statistiques
Province Java-Est, 1984

La répartition spatiale des activités économiques dans cette province montre le même phénomène de disparité entre les régions comme ceux qui précédent, notamment dans la distribution d'industries manufacturiers en 1980 (figure 5.3.).

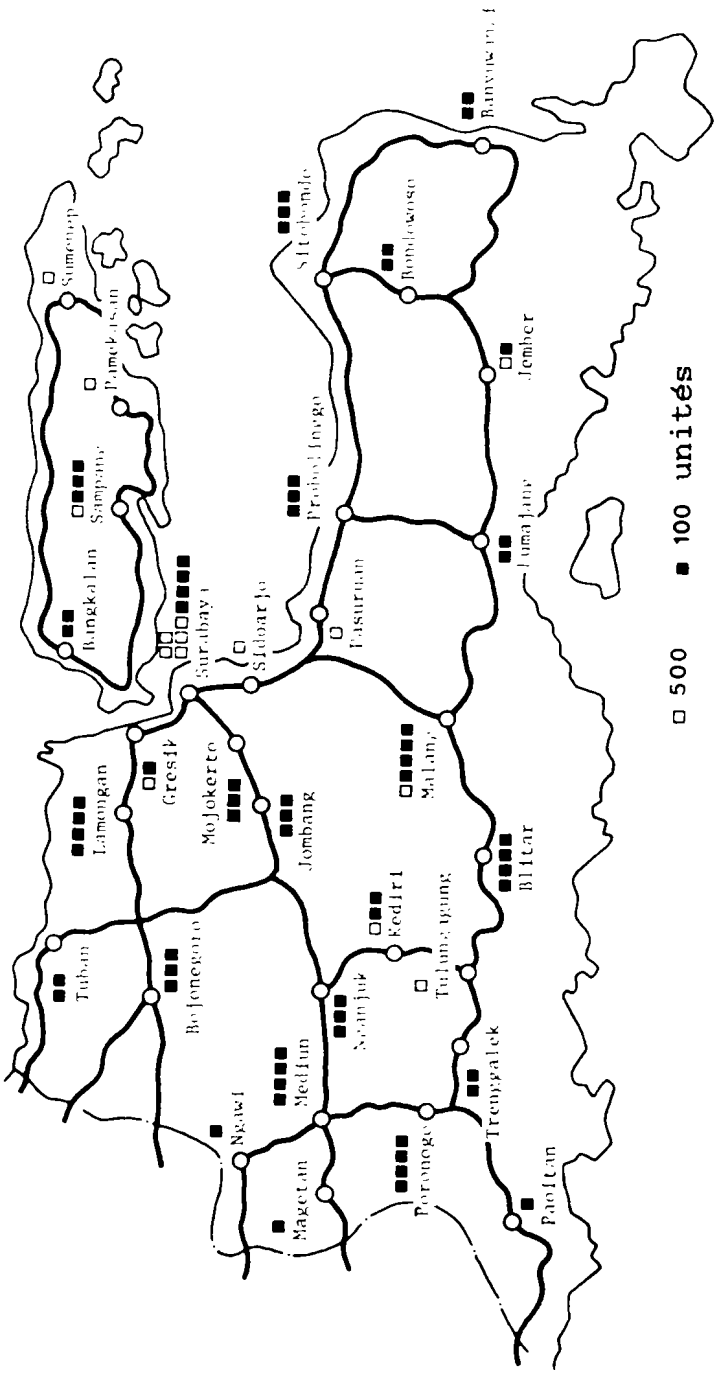
En conséquence, le PIRB des régions /districts connaît des différences très marquées. La moyenne provinciale de PIRB par habitant est de 203.000 Rp. (1 Rp.= 1 rupiahs/unité monétaire Indonésienne équivalente à 0,008 France en 1980). Seuls les 8 districts ont un PIRB par habitant supérieur à la moyenne provinciale (figure 5.4.)

Le développement des activités économiques ne peut pas être indépendant du développement des infrastructures de transports, car le dernier assure le premier.

Dans la province Java-Est, les routes jouent un rôle déterminant, notamment dans les transports interrégionaux de marchandises et de personnes (90 % de trafic). Le chemin de fer assure plutôt une partie de transports interrégionaux de personnes que de marchandises (2%). Les ports maritimes assurent les transports interinsulaires et internationaux de marchandises et les ports aériens assurent aussi plutôt les transports interinsulaires et internationaux de personnes que de marchandises.

Figure 5.3.

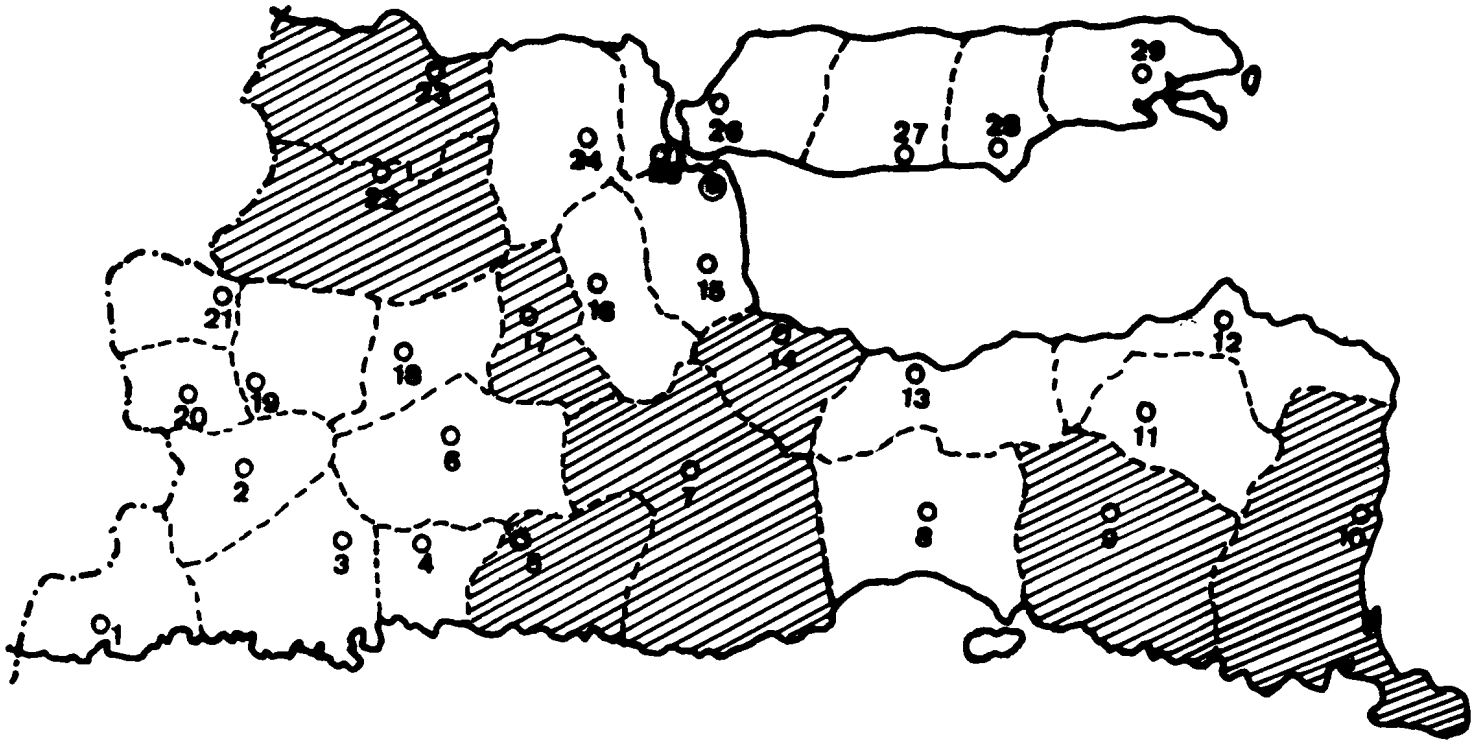
Distribution spatiale
d'industries manufacturiers
en province Java-Est , 1980



source : Minist.des TP et JICA , 1983

Figure 5.4

Disparité du Produit Intérieur Régional Brut
Par capita dans la province Java-Est , 1980



Source : Bureau provinçial des Statistiques
Province Java-Est , 1984

Cette province dispose quand même de 14.466 km du réseau routier,de 1.546 km du réseau ferré, et de 5 ports maritimes principaux ayant une capacité de chargement et de déchargement supérieur à 2 millions de tonnes de marchandises par an. Elle dispose aussi d'un aéroport à vocation internationale, et de 3 à vocation nationale.

Le rôle prépondérant de transports routiers ressort clairement du tableau 5.2., où ils assurent 98 % des transports de marchandises et 90 % des transports de voyageurs (tableau 5.2.).

Pour leur influence sur les activités économiques et sur l'organisation de l'espace, il convient d'analyser les réseaux d'infrastructures routières dans cette province, et plus particulièrement leur état et la qualité de leurs services.

5.1.2. Infrastructures routières et réseaux de routes locales : un reseau malréparti.

En général, seulement 40 % de routes sont en état suffisant pour assurer le trafic. On les trouvent principalement dans les catégories de routes nationales, routes provinciales, et de routes en zones urbaines.

Tableau 5.2.

Voyageurs et marchandises transportés
par les modes de transports
en Province Java-Est, 1980

Modes de transports	voyageurs-km (x 1000)	marchandises-km (x 1000 tonnes-km)
- transports routiers	84.792.050	15.469.300
- transports ferroviaires	1.226.109	294.883
- transports maritimes	donnees non disponibles	7.148 a)
- transports aériens	1.290	20,5 b)

Notes : a) les tonnes déclarés provenant seulement du port maritime de Surabaya (Tanjung Perak), à l'exclusion des valeurs kilométriques.

b) les tonnes déclarés à l'exclusion des valeurs kilométriques.

Source : Statistiques de transports,
Bureau provincial du ministères
des transports et des communications
prov.Java-Est, 1985.

Les routes locales non urbaines , qui constituent 67 % de la totalité des réseaux routiers de cette province, sont dans un état insuffisant ou trop détériorié/dégradé pour assurer le trafic (tableau 5.3.).

Pourtant, ces routes sont d'une grande importance, car elles relient les zones productrices agricoles, donc rurales, aux routes régionales et nationales pour doter ces zones d'un accès interrégional élargi.

Le mauvais état des routes locales s'explique surtout par la nature de leurs surfaces, pour la plupart en **terre renforcé** et de gravier. Ces surfaces exigent de fréquents renforcements ou améliorations pour assurer un niveau suffisant de trafic (tableau 5.4.).

Les routes locales en terre sont inutilisables en saison des pluies, dans certains districts. Elles sont endommagées au point de bloquer les transports de produits des zones rurales vers les marchés.

Les 29 districts disposent de différentes longueurs de routes locales, en état différent. Les districts les plus développés (par leur PIRB ou leur revenu élevé) disposent de longueurs supérieures de routes locales en bon état. (figure 5.5.)

Tableau 5.3.

Condition de réseaux routiers
en province Java-Est, 1980

catégorie de routes	longueur (km)	condition (%)			
		bonne	moyenne	mauvaise	endommagé
- route nationale	517	5,6	83,9	10,5	-
- route provin-ciale	2.711	13,2	71,8	12,2	2,8
- route locale urbaine	1.562	58,2	15,5	6,6	19,7
- route locale rurale	9.676	42,3	28,8	46,8	12,1
Total	14.466	17,2	37,4	34,6	10,8

Tableau 5.4.

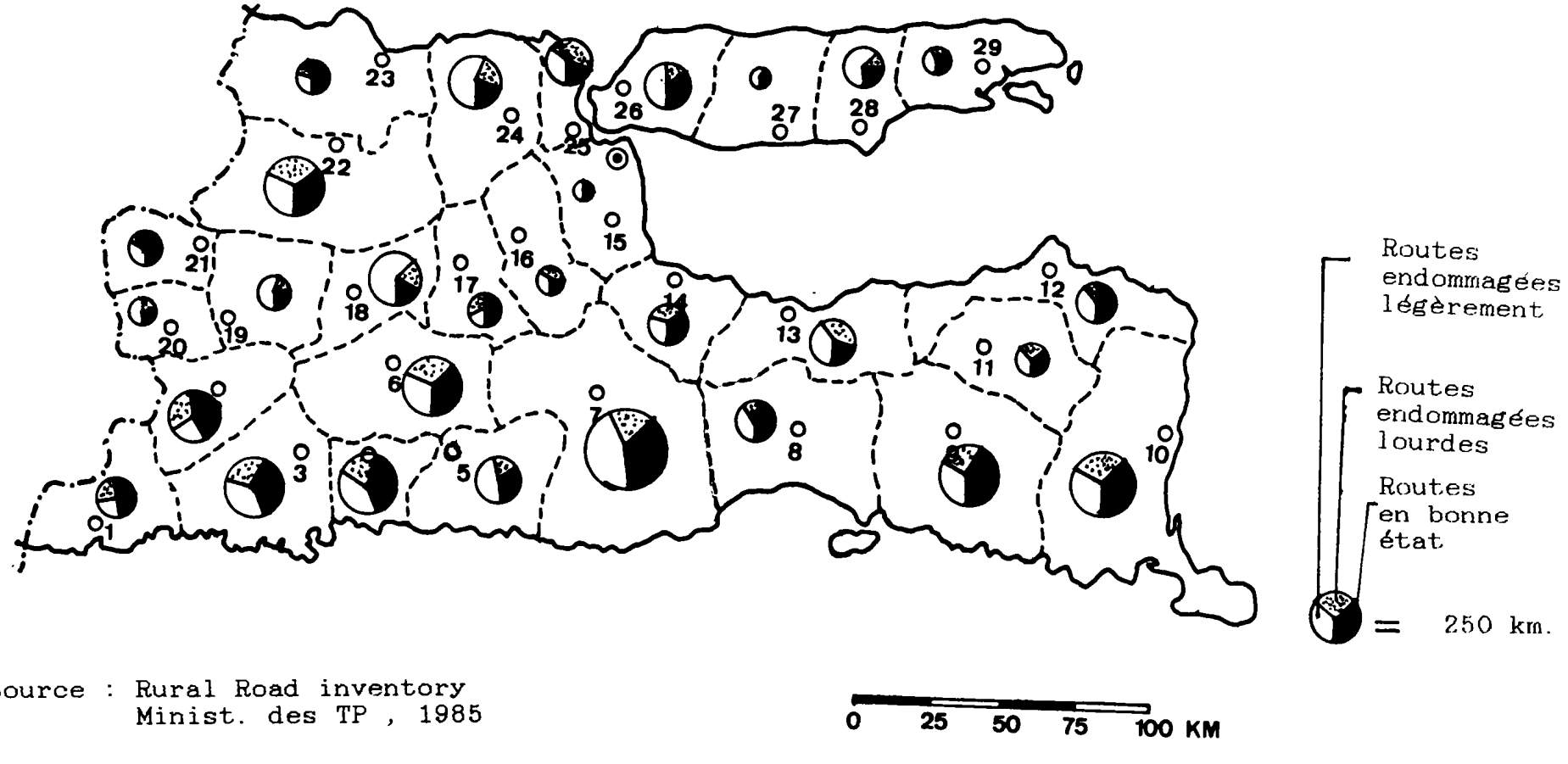
Types de surface de réseaux routiers
de la province Java-Est, 1980

catégorie de routes	longueur (km)	types de surfaces (%)			
		pavee	gravel	terre	autre
- route nationale	517	100	-	-	-
- route provin-ciale	2.711	97,5	2,0	0,5	-
- route locale urbaine	1.562	66,2	7,5	7,5	18,0
- route loc	9.676	34,7	48,0	17,3	-
Total	14.466	52,3	33,2	12,5	2,0

Source : Bureau provincial des Travaux Publics
de la province Java-Est, 1980.

Figure 5.5.

Condition de routes locales
dans les districts
de la province Java-Est
en 1980



Source : Rural Road inventory
Minist. des TP , 1985

Les réseaux routiers de cette province renforcent aussi le développement inégal, car la plupart d'entre eux se trouve dans la partie Nord de la province concernée. Ils s'étendent le long des axes de développement Nord-Sud et Est-Ouest (figure 5.6.).

L'évolution des flux de trafic de 1975 à 1980 révèle aussi une plus forte croissante sur ces deux axes que dans d'autres parties de la province. Dans cette période, la croissance de trafic interrégional sur les axes Nors-Sud et Est-Ouest a atteint presque 30 % soit cinq fois celle d'autres réseaux (figure 5.7 et 5.8.).

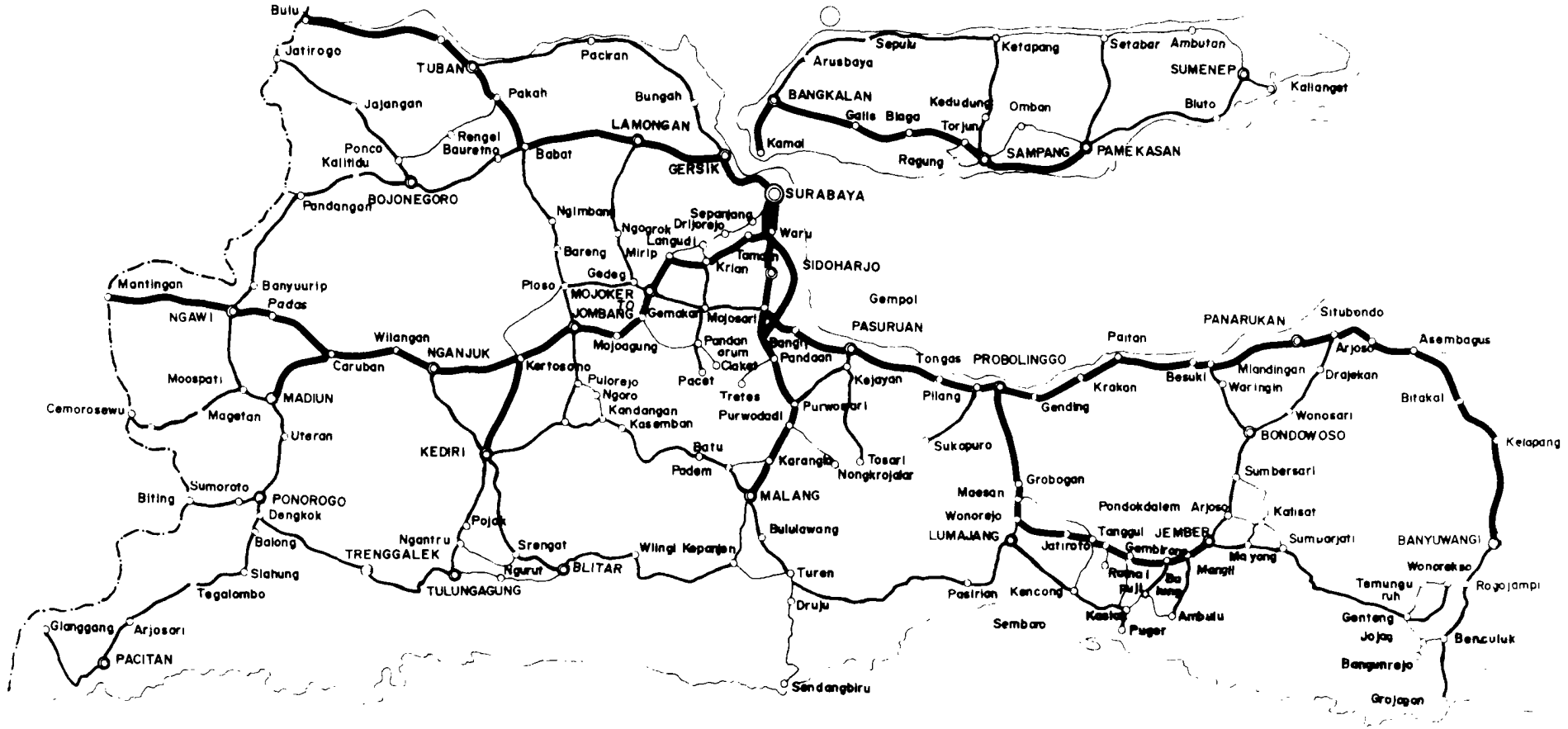
Si les réseaux routiers sont plus développés dans la partie Nord de la province Java-Est, les niveaux de service d'infrastructures routiers y sont aussi relativement plus élevés que ceux de l'autre partie. Les différentes densités de routes par rapport à la superficie de la région correspondante peuvent indiquer différents niveaux de services, comme le montre la figure 5.9.

Les régions ayant une densité de routes supérieure à la moyenne provinciale (= 0,30 km/km2) se trouvent aussi autour de ces deux axes là.

Il est certain qu'un équilibrage des niveaux de service d'infrastructures routières est indispensable pour

Figure 5.6.

Réseaux routiers primaires
en province Java-Est , 1980



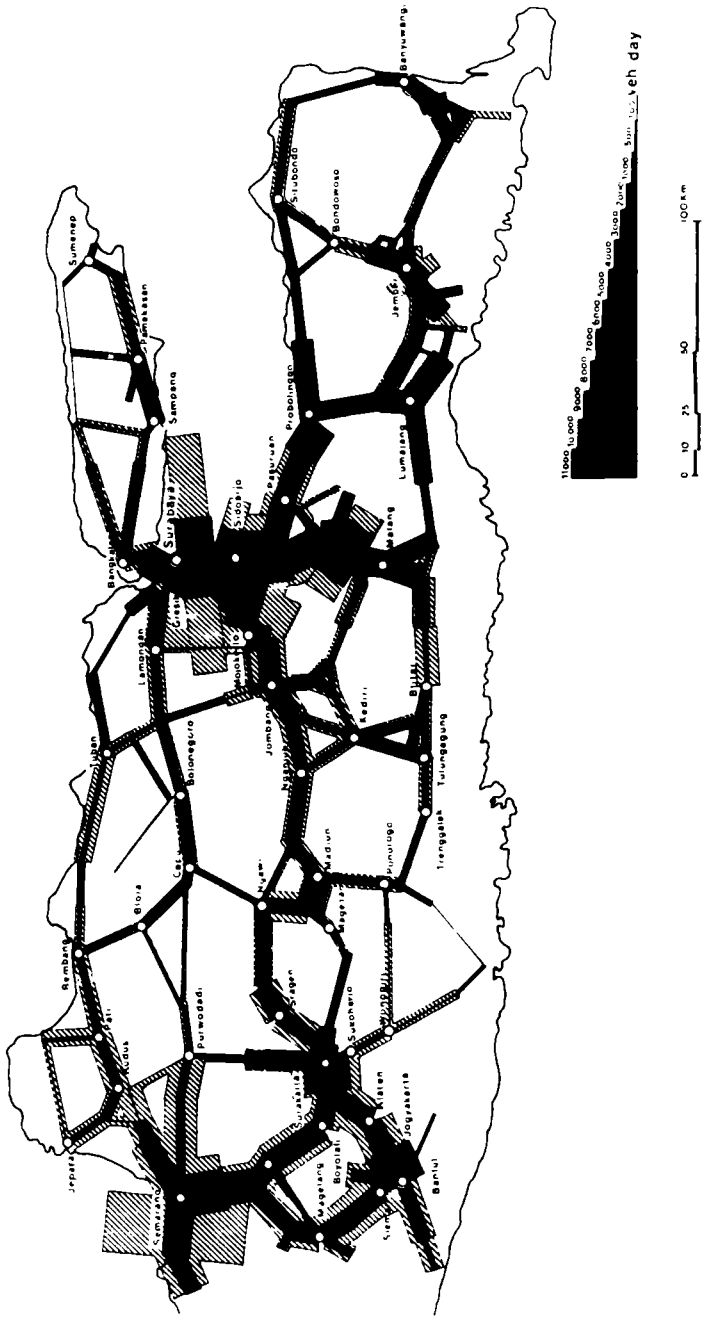
Légende:

routes artérielles
routes collectrices
routes locales primaires

source : Minist.des TP et JICA, 1983

Figure 5.7

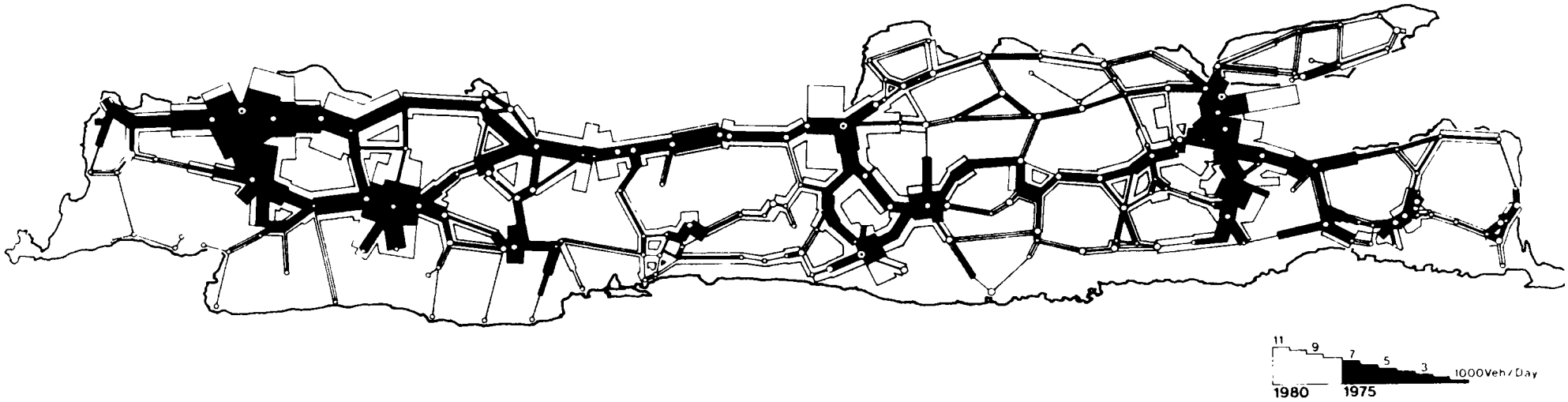
Développement de flux de trafic
en province Java-Est
de 1975 à 1980



source : Minist.des TP et JICA , 1983.

Figure 5.8.

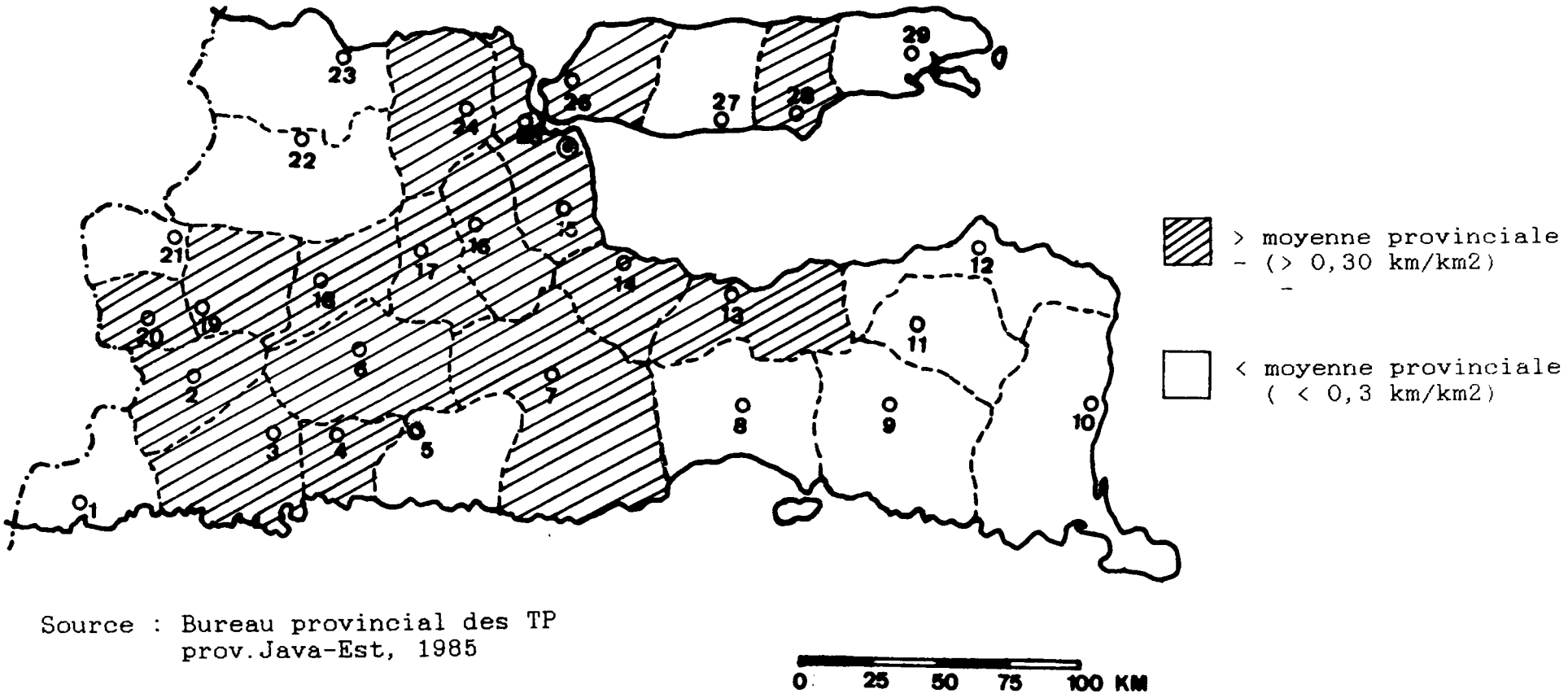
Développement de flux de trafic
dans l'île de Java
de 1975 à 1980



source : Minist.des TP et JICA , 1983.

Figure 5.9.

Densité routière
en province Java-Est
en 1980



Source : Bureau provincial des TP
prov.Java-Est, 1985

cette province, pour que le développement harmonieux puisse couvrir toutes les parties de la province concernée.

La politique d'aménagement du territoire de cette province, notamment celle qui a été fixée dans le plan quinquennal III (1979/80-1984/85), a pris les infrastructures routières comme instrument pour atteindre un développement harmonieux de la province Java-Est.

C'est ce que nous allons montrer dans la partie suivante.

5.1.3. Aménagement du territoire et aménagement de routes locales dans la province Java-Est.

5.1.3.1. Aménagement du territoire : une priorité pour le développement harmonieux.

Comme dans le Plan Quinquennal National, le développement du secteur agricole et de l'industrie agricole constitue encore une priorité du Plan Quinquennal III de la province Java-Est.

Ce développement a mis l'accent sur l'augmentation de la production agricole (alimentaire et pour les exportations) et la croissance des industries agro-alimentaires, et sur l'acheminement de ces produits vers les marchés nationaux et internationaux.

Par conséquent, la politique d'aménagement du territoire de la province Java-Est a insisté sur le développement des régions rurales et donc des régions productrices agricoles. Elle a aussi pour objectif d'équilibrer le développement ou de réduire les disparités régionales, notamment entre le Nord et le Sud de la province concernée.

C'est pourquoi, dans ce Plan, l'administration provinciale a visé une régionalisation, ceci pour que les régions moins développees bénéficient, en priorité, d'interventions de l'Etat, sous forme d'investissements en infrastructures et en équipements, ainsi que de subventions. Cette régionalisation est illustrée par la figure 5.10.

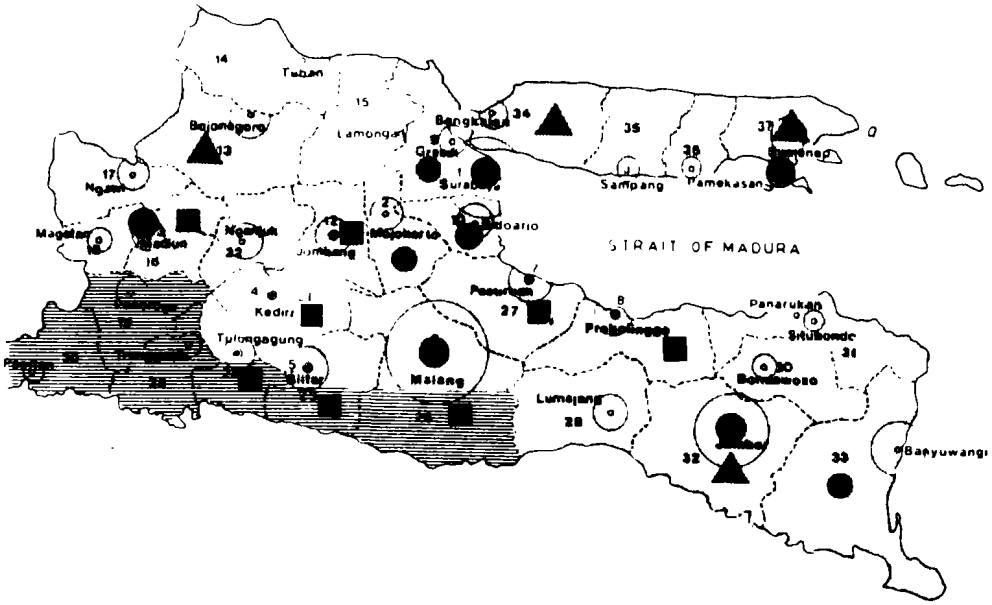
L'aménagement d'infrastructures routières dans cette province se conforme à l'aménagement du territoire. Dans le Plan déterminé, l'aménagement de routes locales doit principalement soutenir le développement rural (BAPPEDA JATIM, 1979).

5.1.3.2. Aménagement de routes locales : améliorer l'accès aux régions rurales.

Le rôle principal des routes locales, dans le développement rural, est d'assurer ou d'améliorer l'accès intra et interrégional des régions rurales productrices agricoles vers les centres de marchés régionaux et nationaux.

Figure 5.10.

Régionalisation
pour le développement régional
en province Java-Est
période 1979/80 - 1984/85



● zone de développement industriel : zone I
■ zone II
▲ zone III

Sub région I : développée
Sub région II : développement modéré
Sub région III : développement restreint

Source : Minist.des TP et JICA, 1983

Cependant, pour des raisons de restriction budgétaire, l'Etat et le gouvernement provincial ne peuvent améliorer qu'une faible partie des routes locales nécessitant des aménagements.

Les interventions de l'Etat (gouvernement central), du gouvernement provincial et des collectivités locales différent dans l'aménagement de routes locales. L'Etat finance les travaux d'aménagement qui nécessitent de grands budgets d'investissements, tels que : construction de route, renforcement , construction d'ouvrages d'art, etc. Le gouvernement provincial finance les améliorations de routes locales et les entretiens périodiques (tous les 5 ans). Les collectivités locales ou les administrations de districts gérent les budgets d'entretien courants de ce type de routes dans leur région, leur propres ressources budgétaires.

En raison du très mauvais état des routes dans cette région, les budgets d'aménagement de ces infrastructures sont consacrés, pour la plupart, au renforcement et à l'amélioration des voies.

La contribution de l'Etat dans ces budgets est fortement majoritaire, l'environ 90 % en 1984. Le reste de ces budgets est assuré par l'enveloppe budgétaire du gouvernement provincial. La contribution de l'Etat comprend

des budgets provenant de sources extérieures : l'emprunt et l'aide internationale de la BIRD et de l'ADB, et de budgets provenant de sources intérieures (tableau 5.5.).

Tableau 5.5.

Répartition des contributions budgétaires d'aménagement de routes locales dans la province Java-Est dans la période 1980-1985

type de sources budgétaires	%-tage de contr. I	II	III	IV	V
-financement local et provincial.	32	35	37	16	7
-financement central	40	40	42	59	56
-financement extérieur	28	25	21	25	38
budgets totaux d'aménagements (x 10^6 Rp.).	3800	3922	4047	4177	4830

note : en valeur monétaire actuelle de cette période.
source : rapport de programme d'aménagement de routes locales non urbaines Minist. des TP, 1979/1980 à 1984/85.

Le Ministère des Travaux Publics Indonésien préconise, dans sa directive, un aménagement de routes locales en trois volets :

1. le renforcement de voie, ou la reconstruction de voies. Il s'agit d'améliorer les caractéristiques de surface et

géometriques de routes, la capacité de portance de la chausées, les signaux routiers, les plantations, le drainage et une légère amélioration des ouvrages d'art sur les voies ou les pistes existantes.

Ce type d'aménagement s'applique aux routes fortement endommagées où le trafic ne peut pas s'écouler de facon continue (dans cette directive, ce type de route est appelé routes critiques ou non stables). Le renforcement de voie permet d'augmenter la capacité de circulation sur la route concernée, mais il nécessite de grands budgets d'aménagement.

2. L'amélioration de voie; il s'agit d'améliorer seulement le profil de route afin que la qualité de service soit augmentée. L'amélioration de voie couvre la remise au profil de la route concernée, la réparation de pavement et l'amélioration du drainage. L'amélioration des voies n'augmente pas la capacité de circulation de trafic.

3. La réhabilitation et l'entretien de routes : il s'agit d'entretenir les voies existantes pour que la qualité de service sur la route aménagée ne soit pas réduite. Ce type d'aménagement comprend de petits travaux : réparation de pavement, d'ouvrages d'art, de drainage , etc. Il s'applique régulièrement à toutes les sections de routes locales quelque soit l'état ou le niveau de dégradation des routes concernées.

Ces types d'aménagement, notamment les deux premiers s'appliquent aux sections de routes locales ayant un rapport entre le volume de trafic empruntant ces sections et la capacité de circulation sur les sections concernées supérieur à 80 %.*)

Cette marge a été fixée par le Ministère des Travaux Publics, pour que les responsables d'aménagement puissent aménager ces sections avant que le niveau de saturation (où le volume de trafic dépasse la capacité de route) soit atteint. Un aménagement doit donc être intervenu avant le niveau de saturation, car les coûts d'entretien de la section routière concernée augmentent brusquement à partir de ce niveau (voir aussi BCEOM-CBTP, 1972).

---

*)
Selon la Directive du Minist.des TP (1982) :
- capacité de routes locales en terre : 250 uvp/jour.
(uvp=unité des véhicules particulières)
- ,, de routes locales en gravier: 400 uvp/jour.
- ,, de routes locales bitumee : 800 uvp/jour.

- l'équivalence des véhicules de transports routiers est suivante :
- 1 voiture particulière : 1 uvp.
- 1 camionnette : 2 uvp.
(< 2 tonnes de charges)
- 1 autocar : 5 uvp.
- 1 camion de 2 à 10 t. : 8 uvp.
- 1 camion lourd (>10t.) :12 uvp.

Par conséquent, les sections de routes locales qui sont dégradées mais dont le rapport volume/capacité de trafic est inférieur à 80 %, sont moins prioritaires dans ce type d'aménagement.

Dans l'application de la procédure AFFINAE, nous nous intéressons plutôt à une répartition des investissements ou des budgets d'aménagement entre les deux premiers types d'aménagement qu'entre les trois types concernés. Ceci vient du fait que, d'une part, ces deux premiers types d'aménagement nécessitent de forts budgets, et les pouvoirs publics ne peuvent en financer qu'une petite partie. Il y a donc un problème de choix d'investissement. D'autre part, le troisième type d'aménagement, ou l'entretien des routes locales, est géré par les collectivités locales ou les administrations de districts de facon régulière, quelque soit l'état de ces routes.

Les budgets disponibles d'aménagement de routes locales pour la période de 1979/1980 à 1984/85 sont indiqués dans le tableau 5.5.,en valeur actuelle de la période correspondante.

Il convient alors de fixer un taux d'actualisation pour toutes les modifications d'unités monétaires calculées dans cette période. Pour celà, nous avons appliqué un taux de

12 %, celui qui a été fixé par le Ministère des Travaux Publics Indonésien, pour la valorisation de calculs d'évaluation des investissements routiers en cette période (Minist.des TP, 1982).

5.2. Application de la procédure AFFINAE dans la programmation quinquenale d'investissements de routes locales pour la période de 1980/81 à 1984/85 dans la province de Java-Est.

5.2.1. Formulation du problème à traiter.

Le problème de base de cette application est de trouver une répartition optimale des budgets disponibles pour chaque période déterminée, en tenant compte du développement régional de districts concernés, sur :

- 2 types d'aménagement : le renforcement et l'amélioration de voies.

- 29 districts, donc il y a j = 1 à 29 régions qui sont considérées comme régions d'études, entre lesquelles les budgets d'aménagement de routes locales doivent être répartis.

- 592 sections ou tronçons de routes locales sur toutes les régions à aménager selon les deux types d'aménagement ci-dessus, dans cette période.

Dans cette application, nous avons traité seulement d'un type d'infrastructures, alors le nombre d'infrastructure k comme dans la procedure AFFINAE est égal à 1. Par contre, nous avons pris en compte deux sources budgétaires différentes. Celle du gouvernement central qui est pour la plupart consacré au renforcement de voie (type d'aménagement 1), et celle du gouvernement provincial, qui est surtout consacré à l'amélioration de voie (le type 2).

Le problème à traiter n'est donc autre qu'une affectation optimale d'investissements ou de budgets d'aménagement de routes locales sur 592 sections dans 29 régions, selon les deux types d'aménagement retenus pendant cinq périodes déterminées.

Cette affectation prend en compte l'objectif d'aménagement de l'espace et aussi de limitation budgétaire, issus de deux sources différentes.

5.2.2. Détermination des sections de routes locales à traiter dans chaque période: base de programmation d'investissements.

Les 592 sections à aménager sont obtenues à partir des enquêtes annuelles effectuées dans la province de Java-Est au cours de la période 1979/1980. Ces enquêtes sont effectuées pour identifier les sections à aménager dans les périodes suivantes, afin que le gouvernement provincial puisse les soumettre au gouvernement central pour demander

les budgets nécessaires à leur aménagement.

Parmi ces 592 sections à aménager, 40 % d'entre elles nécessitent un aménagement de type renforcement de voie, et le reste un aménagement de type amélioration de voie (tableau 5.6. et 5.7.).

En raison des limitations budgétaires, on doit sélectionner ces sections dans chacune des périodes déterminées. Pour celà, on applique la marge de 80 % (de rapport volume-capacité de trafic) sur chacune des sections sélectionnées dans le fonctionnement de la procédure AFFINAE.

Il est en effet nécessaire d'établir une prévision de trafic sur ces sections durant les périodes données, pour que l'on puisse calculer leur rapport volume - capacité. Dans cette prévision, nous avons aussi utilisé la prévision de trafic sur des sections de routes locales, dans la province Java-Est de 1980 à 1985, qui a été préparée par le Ministère des Travaux Publics, en 1979 (Minist.des TP, 1982).

A l'aide du rapport calculé sur chacune des sections, on peut déterminer les sections à prendre en compte dans l'affectation de budgets d'aménagement pour la période correspondante (tableaux 5.8. et 5.9.).

Tableau 5.6.

Pourcentage de sections de routes locales
à aménager selon leur condition de service
dans les districts non-urbains
de la province Java-Est
periode 1979/1980

No.	districts non urbains	%-tage de condition de service			longueur-total (km)
		bonne	fortement endommagée (à renforcer)	légèrement endommagée (à améliorer)	
1	Pacitan	24,5	50,5	25	278
2	Ponorogo	28	48	24	401
3	Trenggalek	36	38	26	456
4	T.Agung	33	40	27	439
5	Blitar	20	39	41	318
6	Kediri	32	43	25	448
7	Malang	24	34	42	591
8	Lumajang	16	45	39	305
9	Jember	25	30	45	457
10	Banyuwangi	32	28	40	475
11	Bondowoso	25	31	44	237
12	Situbondo	11	40	49	262
13	Probolinggo	38	39	23	330
14	Pasuruan	30	34	36	293
15	Sidoarjo	26	47	27	149
16	Mojokerto	32	41	27	209
17	Jombang	31	18	51	260
18	Nganjuk	20	58	22	383
19	Madiun	22	49	29	250
20	Magetan	20	51	29	183
21	Ngawi	10	34	56	230
22	Bojonegoro	36	23	40	455
23	Tuban	23,5	22,5	54	248
24	Lamongan	25	54	21	431
25	Gresik	42	42	23	366
26	Bangkalan	14	50	36	337
27	Sampang	20	56	24	134
28	Pamekasan	13	36	25	290
29	Sumenep	17	40	47	206
total province		26	40	34	9421

source :rapport des enquêtes annuelles (rural road inventory)
province Java-est 1979/1980, Minist. des TP.

Tableau 5.7.

Nombre de sections de routes locales
à aménager dans les districts non-urbains
de la province Java-Est
periode 1979/1980

No.	districts non urbains	nombre de sections de routes locales		total district
		à renforcer	à améliorer	
1	Pacitan	11	6	17
2	Ponorogo	19	11	30
3	Trenggalek	16	10	26
4	T.Agung	16	9	25
5	Blitar	10	12	22
6	Kediri	19	10	29
7	Malang	11	16	27
8	Lumajang	14	10	24
9	Jember	11	14	25
10	Banyuwangi	14	13	27
11	Bondowoso	6	10	16
12	Situbondo	6	7	13
13	Probolinggo	13	10	23
14	Pasuruan	8	8	16
15	Sidoarjo	7	4	11
16	Mojokerto	6	5	11
17	Jombang	5	12	17
18	Nganjuk	19	8	27
19	Madiun	15	5	20
20	Magetan	10	4	14
21	Ngawi	9	9	18
22	Bojonegoro	6	13	19
23	Tuban	6	12	18
24	Lamongan	16	8	24
25	Gresik	12	6	18
26	Bangkalan	15	11	26
27	Sampang	9	3	12
28	Pamekasan	14	6	20
29	Sumenep	8	9	17
total province		331	261	592

source :rapport des enquêtes annuelles (rural road inventory) province Java-est 1979/1980, Minist. des TP.

Tableau 5.8.

Sélection de sections à aménager satisfaisant au rapport volume/ capacité supérieur à 80% dans les périodes correspondantes.

Type d'aménagement	nombre de sections ayant le rapport v/c supérieur à 80 % par période					Total par type
	1980/81	1981/82	1982/83	1983/84	1984/85	
- renforcement de voies	26	14	18	14	15	87
- amélioration de voies	12	33	23	10	21	99
Total par période	38	47	41	24	36	186

Source : Annexe 2.

Cette sélection a permis de réduire le nombre de sections à aménager. Nous avons obtenu 87 sections à aménager en premier type, et 99 sections pour le second type d'aménagement, dans toutes périodes données. Celà signifie que seulement 30% des sections nécessitant un aménagement avaient un rapport volume/capacité supérieur à 80 % durant ces périodes.

Ce groupe de sections est maintenant considéré comme une base d'affectation optimale de budgets disponibles.

5.2.3. Préparations de données disponibles.

Les données nécessaires dans l'application de la procédure AFFINAE ne sont pas disponibles pour toutes les variables prises en compte.

C'est pourquoi, notamment dans le programme OPTSEC, nous avons réduit le nombre de contraintes en raison de l'absence de données nécessaires. Nous n'appliquons donc pas la contrainte de préférence des usagers dans ce programme, car les données correspondantes sont douteuses dans quelques régions (le prix des transports en commun interrégionaux de voyageurs).

Dans la contrainte de préférence des entreprises de production, nous n'avons utilisé qu'un type de produit, le

Tableau 5.9.

Nombre de sections ayant le rapport v/c supérieur à 80% et nécessitant à aménager par district pour toutes périodes déterminées

No.	District	nombre de sections par district		total
		à renforcer	à améliorer	distr
1	Pacitan	2	2	4
2	Ponorogo	5	5	10
3	Trenggalek	2	2	4
4	Tulung Agung	3	6	9
5	Blitar	3	4	7
6	Kediri	2	3	5
7	Malang	1	4	5
8	Lumajang	2	5	7
9	Jember	3	6	9
10	Banyuwangi	3	2	5
11	Bondowoso	1	2	3
12	Situbondo	2	1	3
13	Probolinngo	2	2	4
14	Pasuruan	4	4	8
15	Sidoarjo	4	2	6
16	Mojokerto	3	3	6
17	Jombang	2	6	8
18	Nganjuk	6	3	9
19	Madiun	4	3	7
20	Magetan	1	4	5
21	Ngawi	3	4	7
22	Bojonegoro	2	5	7
23	Tuban	2	4	6
24	Lamongan	3	1	4
25	Gresik	5	7	12
26	Bangkalan	5	4	9
27	Sampang	6	1	7
28	Pamekasan	2	1	3
29	Sumenep	4	3	7
total provincial		87	99	186

Source : annexe 2.

riz, en raison de données disponibles dans toutes les régions.

Le riz est un produit alimentaire de base en Indonésie. C'est pourquoi les pouvoirs publics en fixent et en contrôlentle prix de la production à la commercialisation. Dans ce cas, les données sur les variations de prix du riz, y compris celles qui ont trait aux coûts de transport, sont relativement complètes et elles sont fournies par le bureau provincial des statistiques de la province concernée.

Néanmoins, le prix du riz sur le marché ne reflète pas le prix réel, car il est déterminé par les administrations (Minist. de l'Agriculture et administrations provinciales).

Un autre problème rencontré dans la préparation de données, est celui de données incomplètes dans la série périodique déterminée. Pour celà, nous avons appliqué une interpolation sur les périodes où les données correspondantes manquent.

Le tableau 5.10. montre les données utilisées dans les variables de la procédure AFFINAE.

A partir de ce groupe de données,nous avons appliqué la procédure AFFINAE au cas traité. L'application étape par

Tableau 5.10.

Donnees utilisées aux variables prises en compte de l'application de la procédure AFFINAE au cas de programmation de routes locales de la province Java-Est.

Indicateur/ programme/ variable	Donnees utilisées	source
1. Niveau de service de routes locales	-volume de trafic interrégio. en 1980 en uvp/jour/distrc. -longueur de routes locales par distrc. -superficie de district.	Minist. des TP. Bureau des Stat
2. mesure de disparité régionale des niveaux de services.	-revenu moyen par habitant par district (1980à1985) -données de la variable de niveaux de service.	Bureau des Statisques
3. Programme OPTAR - target d'aménagement de routes locales(km).	-longueur de section de routes locales nécessitant à renforcer et à améliorer par district. -longueur totale de routes locales par district.	Minist. des TP.
4. targets d'investiss.	-coût unitaire par km de renforcement et d'amélioration de route locale par district, 1980	Enquête routière 1980/83
5. Programme OPTREG -contrainte 1.1 -contrainte 1.2	-budgets d'aménagement de routes locales, fixés dans la programation en 1980.	Minist. des TP & Minist. de l'Interieur
-contrainte 3.	-revenu regional par district. (1975à1980) -revenu de la province de Java Est (1975/80). -investissements de routes locales par districts dans les séries de 1975 à 1979.	Bureau des Statisques prov. Java-Est Minist. des TP
6. Programme OPTSEC. - indicateur d'accessibilité spatiale	-nombre de routes et pistes reliées à la section étudiée -nombre de centres d'équipements sociaux dans les zones rurales et centres administratifs par district.	Enquête personnelle'87 Bureau des Statisques.
-contrainte 1	-dépenses unitaires de renforcement et d'amélioration de routes locales par section étudiée par district.	Minist. des TP.
-contrainte 2	-longueur totale de la section à aménager.	Minist. des TP.
-contrainte 3	-prix de transport du riz par tonne aux marchés de district en moyen d'une camionnette	Bureau des Statistique
7. Mesure d'efficacité des résultats d'application.	-productivité de riz par district en tonne/Ha/an. -PIRB par district (1980).	Bureau des Statistique

étape sera donc abordée dans les parties suivantes.

5.2.4. Application et résultats étape par étape.

5.2.4.1. Calcul des niveaux de service des infrastructures de routes locales et disparité dans les districts de la province de Java-Est.

Le calcul des niveaux de services s'effectue dans les périodes déterminées pour les 29 districts concernés, en utilisant la formule 4.2b dans le chapitre IV.

Le calcul de ces niveaux pour une période donnée dépend des résultats du programme OPTSEC, c'est à dire l'affectation optimale de budgets d'aménagement sur les sections à aménager de la période précédente. Ceci vient du fait que la réalisation de tel aménagement sur telle section dans une période peut normalement augmenter le niveau de service calculé à la période suivante (grâce à l'augmentation de longueur de sections en bonne condition dans la période suivante par exemple). Les formules 4.34 et 4.35 du chapitre IV présentent un ajustement du calcul de ces niveaux dans chaque période.

Nous en présentons ci-après les résultats dans les 5 périodes au tableau 5.11, où celui-ci est résumé du tableau détaillé en annexe 2.

Tableau 5.11.

Niveaux de services d'infrastructures de routes locales dans la province Java-Est pour la période 1980/81-1984/85

Niveau de service d'infrastructure de routes locales en moyenne provinciale (x 0,001 km/km2-uvp) par période				
1980/81	1981/82	1982/83	1983/84	1984/85
0,96	1,02	1,20	1,45	1,79

source : annexe 2.

Le tableau de l'annexe 2 indique des niveaux de service relativement bas dans certains districts développés tels que : Sidoarjo, Malang, Kediri, Bojonegoro, Gresik, et autres. Ceci est dû à leur plus forte densité de trafic.

L'élargissement du réseau de routes locales est donc indispensable dans ces districts, pour répondre à la croissance de trafic.

Néanmoins, on a constaté aussi, à partir du tableau 5.11, une hausse du niveau de service moyen dans cette province à la période en question. Cette augmentation a atteint environ 17 % par an.

Outre ce calcul des niveaux par district, nous avons calculé ainsi la disparité de ces niveaux entre les districts concernés, en utilisant la formule 4.3. du chapitre IV. Le

résultat de calcul de la disparité entre les niveaux de service de routes locales par district est indiqué dans le tableau 5.12. ci-dessous.

tableau 5.12.

Disparité des niveaux de service de routes locales entre les districts de la province Java-Est par période.

disparité des niveaux de service de routes locales par période				
1980/81	1981/82	1982/83	1983/84	1984/85
0,9679	0,9670	0,9666	0,9660	0,9650

source : annexe 2.

La réduction de la disparité des niveaux entre les districts concernés est limitée, soit environ de 0,1 % par an.

Si l'on sait que les budgets disponibles représentent de 6 à 30 % des targets à réaliser durant la période correspondante, la réduction de cette disparité en apparaît encore plus faible.

Toutefois, on peut remarquer à partir du tableau 5.12 ci-dessus, que cette réduction se conforme à l'augmentation de budgets disponibles dans la période donnée. Ce problème sera abordé plus loin dans la partie 5.2.4.5.

5.2.4.2. Formulation de targets d'aménagement : programme OPTAR.

Utilisant les formules 4.4 et 4.4a, nous avons calculé les targets d'aménagement dans les districts concernés.

Ces targets correspondent à la longueur de routes locales susceptibles d'être aménagées durant chaque période, au vu des résultats du programme OPTSEC de la période précédente.

Pour atteindre les targets en fonction des types d'aménagement utilisés (type 1 et 2), nous avons utilisé le programme OPTAR avec les données correspondantes. Ce programme a réparti les targets totaux d'aménagement en deux types : les targets optimaux de renforcement et d'amélioration de voie.

Le programme OPTAR a été appliqué en utilisant la procédure de résolution d'une programmation linéaire, suivant la formule 4.6. du chapitre IV. Il nécessite de nombreuses procédures d'itérations avant que les targets optimaux soient atteints (de 4 à 6 itérations par période).

Le tableau 5.13 montre les répartitions de targets selon les types d'aménagement considérés.

Tableau 5.13

Targets optimaux selon les deux types d'aménagement (résultats du programme OPTAR) de la province java-est

type d'aménagement	targets par période (en km et %)				
	80/81	81/82	82/83	83/84	84/85
-renforcement de voie	1306 56%	1051 58%	791 47%	586 47%	433 45%
-amélioration de	1007 44%	770 42%	894 53%	662 53%	520 55%
total provincial	2313 100%	1821 100%	1685 100%	1248 100%	953 100%

source : annexe 2.

Ces targets d'aménagement doivent être convertis en unité monétaire, en les multipliant par les coûts d'aménagement correspondants par km, actualisés en 12 % par an, selon les périodes concernées, comme la formule 4.7.du chapitre IV.

Pour celà, nous avons utilisé les données sur les coûts de renforcement de voie et d'amélioration de voie par km sur les sections à aménager. Ces coûts sont régulièrement évalués par les bureaux des Travaux Publics dans les districts concernés. On suppose que ces bureaux connaissent bien les variations des éléments de ces coûts : de main

d'oeuvre, des matériaux,et frais divers dans leur district de façon à estimer ces coûts plus exacts.

La multiplication de ces targets par le coût moyen d'aménagement correspondant par district peut nous donner les targets d'investissements pour les deux types d'aménagement concernés, indiqués dans le tableau 5.14.

De ce tableau,on peut observer que la variation du montant de targets d'investissements dans les 5 périodes suit la même tendance que les targets d'aménagement en longueur kilomètrique.

Par contre, la part des targets d'investissements dans le renforcement de voies est toujours supérieure à 50 % de celle des targets d'investissements en amélioration de voies, durant ces périodes. Ceci est dû au coût moyen de ce premier type d'aménagement qui est 2 à 3 fois de coût moyen du deuxième type d'aménagement.

Les targets d'investissements déterminés dans ce tableau, seront donc intégrés au fonctionnement du programme OPTREG dans le cas traité, pour réaliser une affectation optimale de budgets disponibles satisfaisant autant à ces targets que possible. Cette affectation sera abordée dans la partie qui suit.

Tableau 5.14.

Targets d'investissements de routes locales selon les types d'aménagement concernés dans la province de Java-Est de la période 1980/81 à 1984/85

type d'aménag.	targets d'investissements (en 1.000.000 Rps)				
	1980/81	1981/82	1982/83	1983/84	1984/85
-renforcmnt. de voie.	37059,9 64%	28300,75 68%	19096,27 58%	12609,60 58%	8225,06 56%
- amélioratn. de voie	20793,6 36%	13092,14 32%	13602,62 42%	9011,59 42%	6275,49 44%
total provincial	57853,5 100%	41392,89 100%	32698,89 100%	21621,19 100%	14500,54 100%

note : en valeur actualisée durant la période correspondante (taux d'actualisation 12 %/an).

source : annexe 2.

5.2.4.3. Fonctionnement et résultats du programmme OPTREG.

L'application du programme OPTREG au cas concerné nécessite quelques modifications en raison de l'absence de données sur certaines variables de ce programme.

Par exemple, l'Etat et le gouvernement provincial ne définissent pas l'étendue de la contribution qu'ils ont consentie aux districts concernés sous forme d'intervention budgétaire, dans le cadre de leur politique de redistribution.

En conséquence, les donnees sur la variable e(ikj) dans la contrainte 1.1. du modèle theorique du programme OPTREG (voir les formules 4.9 et 4.9a du chapitre IV) manquent.

Par contre, les contributions des gouvernement central et provincial sont définies au niveau des budgets globaux de cette région, comme dans le tableau 5.5.

Le gouvernement provincial fournit environ un tiers des budgets d'aménagement des routes locales sur leur territoire. Malgrè celà, sa participation financière est de plus en plus réduite en raison des fortes restrictions s'exercant au niveau provincial. La participation du gouvernement central s'accroît, grâce à l'aide et aux emprunts accordés par les organismes internationaux (BIRD et ADB).

Une autre modification affecte la variable de la contrainte 1.2. Le Plan de developpement de la province de Java-Est pour 1980 - 1984 précise que les investissements publics doivent être répartis de facon équilibrée dans tous les districts.

Cependant, aucune précision n'est donnée sur la marge d'écart de redistribution tolerée ou autorisée.

Pour cette raison, nous devons définir une marge pour éviter de trop grands écarts dans la redistribution des budgets d'aménagement entre les districts concernés.

C'est pourquoi, dans le fonctionnement de la contrainte 1.2. du programme OPTREG, nous avons fixé arbitrairement une marge de 50 pour la variable q_k, soit une marge de 50 millions de Rupiahs.

Cette marge nous paraît raisonnable, car différence de 50 millions de rupiahs est assez significative pour accroître la disparité entre les budgets reçus dans les districts concernés.

Par ailleurs, les collectivités locales, c'est-à-dire : les autorités de districts ne participent qu'en faible partie au financement de l'aménagement de routes locales, à l'exclusion de l'entretien qui leur incombe entièrement.

Par conséquent, nous n'avons pas eu recours à la contrainte 2 du programme OPTREG qui prend en compte la participation budgétaire des collectivités locales, en raison de l'absence de cette participation dans les deux types d'aménagement de routes locales.

Pour la variable de la contrainte 3, notamment la variable du rapport entre le revenu régional et les investissements routiers (dY/dI), nous avons utilisé la variation de croissance annuelle de revenu des districts concernés et des investissements routiers consacrés à ces districts dans les périodes de 1975 à 1979.

Nous avons supposé que ce rapport de croissance annuelle de revenu et d'investissements routiers dans les districts, est constant pour la période analysée (1980 - 1981).

En résumé, le fonctionnement du programme OPTREG dans le cas traité, nous donne :

- 58 variables de décision, c'est à dire le montant optimal de budgets d'aménagement consacrés aux districts, qui se divise en 29 variables d'investissement en renforcement de voie, et 29 variables d'investissement en amélioration de voie;

- une contrainte 1.1, dont le second membre correspond au montant de budgets disponibles dans la période concernée;

- une contrainte 1.2., avec une valeur de ε égale à 50 millions Rupiahs;

- une contrainte 3, dont le second membre est égal aux revenus de la province Java-Est (en valeur actualisée dans la période correspondante);

- 58 contraintes de non-négativité des variables de décision.

La résolution du programme OPTREG s'est faite en appliquant les conditions d'optimum de Kuhn - Tucker (K & T), qui sont formulées dans les formules 4.18 jusqu'à 4.27.

Les budgets d'investissements optimaux affectés dans les districts sont obtenus après l'application du programme OPTREG par période, compte tenu des résultats du programme OPTSEC de la période précédente.

Le tableau 5.15 montre les investissements répartis entre les deux types d'aménagement déterminés pour cette province. Ce tableau résume les résultats de la répartition par districts en annexe 2.

On peut remarquer de ce tableau, les budgets disponibles sont quasi-totalement utilisés dans les affectations de toute période déterminée. Ceci vient du fait que les procédures d'itérations sont utilisées plusieurs fois dans ces affectations jusque l'écart déterminé (égal ou inférieur à 1 millions de Rupiahs) entre les budgets affectés et les budgets disponibles soit atteint.

Tableau 5.15

Affectation des investissements optimaux
sur deux types d'aménagement concernés
dans la province Java-Est
par période

type d'aménagemnt.	investissements optimaux par période (en millions Rps et en %-tage)				
	1980/81	1981/82	1982/83	1983/84	1984/85
-renforcmnt. de voie.	2436,48 63%	2717,70 68%	2363,60 58%	2436,07 57,8%	2777,44 57%
- amélioratn. de voie	1442,82 37%	1273,30 32%	1683,21 42%	1740,90 42,2%	2052,52 43%
total provincial	3879,80 100%	3991,0 100%	4046,81 100%	4176,97 100%	4829,96 100%

note : en valeur actualisée à la période correspondante.
(taux d'actualisation 12 %/an).

source : annexe 2.

Ce tableau présente la même tendance que celui de l'affectation de targets d'investissements (tableau 5.14). La part de targets réalisés en amélioration de voie croît à mesure que la disponibilité de budgets par rapport aux targets correspondants augmente.

Si l'on met en evidence l'affectation optimale de budgets aux districts concernés (cf. annexe 2), on peut constater un fait intéressant, à savoir que les 8 districts ayant le PIRB le plus élevé par rapport à la moyenne provinciale (en 1980, figure 5.4.), recoivent en moyenne 20 %

de budgets de renforcement de voie et 30 % de budgets d'amélioration de voie.

Celà justifie donc notre hypothèse citée dans le chapitre III. En effet, dans les régions où le trafic n'a pas atteint un point de saturation, les zones les moins développées nécessitent des budgets de construction d'infrastructures afin d'atteindre un niveau d'équipement suffisant.

D'autre part, les zones les plus développées nécessitent également des budgets pour améliorer leurs réseaux d'infrastructures, afin de pouvoir augmenter le niveau de service de leurs infrastructures face à un volume croissant de trafic dans leur région.

Autrement dit; le postulat de J.L. HINE (voir chapitre III), trouve toute sa pertinence dans les résultats que nous avons obtenus dans l'application du programme OPTREG.

Ces résultats pour une période donnée sont ensuite considérés comme budgets disponibles à affecter sur les sections d'infrastructures en question dans le programme OPTSEC. C'est pourquoi, ils sont intégrés à la contrainte de disponibilité budgétaire du programme OPTSEC pour la période considérée.

L'affectation des investissements obtenus dans le programme OPTREG aux sections de routes locales , sera abordée dans la partie suivante.

5.2.4.4. Fonctionnement et résultats du programme OPTSEC.

Comme nous l'avons dit précédemment, la contrainte de préférence des usagers du programme OPTSEC n'était pas applicable en raison de données douteuses sur les prix de transports collectifs interrégionaux de voyageurs dans le cas traité. Parallèlement, dans la contrainte de préférence des entreprises de production, nous avons seulement tenu compte d'un produit, le riz, vu l'insuffisance d'informations sur les autres produits.

Le fonctionnement du programme OPTSEC s'est appuyé sur le calcul du niveau d'accessibilité spatiale [a(ilkj)] sur chacune des sections analysées, à l'aide de la formule correspondante (formule 3.3.) pour la période déterminée.

Dans ce calcul, les centres considérés sont des lieux d'activités économiques régionales ou des centres administratifs (les capitales de sous-districts) ou bien des petites villes. Les liaisons considérées sont les autres routes ou pistes en bon état, qui se relient à la section analysée.

Le niveau d'accessibilité spatiale de la section concernée pour la période déterminée s'intégre donc à la fonction d'objectif du programme OPTSEC suivant la formule 4.28 du chapitre IV.

Le fonctionnement de la contrainte de disponibilité budgétaire dans ce programme nécessite une variable de coût unitaire par km correspondant aux types d'aménagement déterminés sur chacune des sections analysées.

Pour celà, nous avons utilisé des données élaborées par les bureaux des Travaux Publics des districts concernés.

Le fonctionnement de la contrainte de longueur maximale des sections à aménager ne pose aucun problème car les données correspondantes sont fournies dans tous les districts.

Par contre, le fonctionnement de la contrainte de préférence des entreprises de production nécessite des données sur les prix de transports du riz depuis les lieux de plantation jusqu'aux marchés.

Dans le cas traité, ce prix représente souvent le prix de transports par tonne de riz au moyen d'une camionette. Ce prix est déduit du prix total de vente sur le marché en prenant pour référence le prix pratiqué sur le lieu

de production.

Bien que ces prix ne reflètent pas les prix réels du riz sur le marché, nous les avons retenus dans le fonctionnement de cette contrainte. Il faudra qu'une étude spéciale soit effectuée pour connaître les prix réels de ce produits et en conséquence, les prix de transports réels du produit concerné. Celà n'est donc pas inclus dans le cadre de notre étude défini au départ.

La résolution du programme OPTSEC s'est faite en appliquant une méthode de programmation linéaire. Elle nécessite d'ailleurs de nombreuses procédures itératives (4 à 5 fois d'itérations) avant que la répartition optimale de budgets disponibles sur les sections à aménager soit obtenue.

Les résultats du programme OPTSEC dans les périodes données, sous forme de longueur à aménager dans les districts sont donc indiqués en annexe 2. Nous ne présentons ici que les longueurs totales dans la province Java-Est qui sont susceptibles d'être aménagées dans les périodes correspondantes. (tableau 5.16).

Tableau 5.16.

Longueur totale à aménager
dans la province Java-Est par période

type d'aménag.	longueur à aménager (en km et en %-tage)				
	1980/81	1981/82	1982/83	1983/84	1984/85
-renforcmnt. de voie.	78 51%	99 58%	105 46%	128 51%	164 46%
- amélioratn. de voie	76 49%	73 42%	125 54%	126 49%	188 54%
total provincial	154 100%	172 100%	230 100%	254 100%	352 100%

source : annexe 2.

Ce tableau montre la croissance du nombre de sections à améliorer dans le programme OPTSEC.

Comme le prouve l'affectation de ces budgets sur les sections par districts (cf. annexe 2), on peut constater que les sections de routes locales bénéficiant de ces budgets sont celles qui ont le niveau d'acccessibilité spatiale le plus élevé parmi les sections considerées dans ces districts.

Celà indique aussi que le programme OPTSEC affecte les budgets sur les sections qui contribuent le plus à la connectivité du réseau de la région concernée.

5.2.4.5. Mesures d'efficacité d'affectation optimale de budgets d'aménagement de routes locales.

Les mesures d'efficacité s'appliquent aux affectations optimales obtenues tant dans le programme OPTREG que dans le programme OPTSEC.

Comme nous l'avons précédemment précisé, l'efficacité de ces affectations comprend de l'efficacité de résultats par rapport à la réalisation de l'objectif déterminé, et l'efficacité de ces résultats par rapport à la variation des disponibilités budgétaires.

La première mesure comporte deux tests : l'un qui mesure la variation ou la réduction de disparité entre les niveaux de service d'infrastructures en question, après induction des investissements affectés dans les régions concernées. L'autre qui met en relation les budgets affectés aux différents types d'aménagement et les variations des revenus de la région étudiée.

Une application du premier test nécessite une marge déterminée par la politique de développement régional, dans laquelle la réduction de la disparité sur ces niveaux doit être égale ou supérieure à cette marge.

Dans le cas traité, la politique d'aménagement du territoire de la province Java-Est ne précise malheureusement

aucune marge autorisable de disparité régionale.

En conséquence, la variable w(R) qui indique cette marge de disparité dans la formule 4.36 ne peut pas être utilisée. On pourra d'ailleurs analyser la réduction de cette disparité, en faisant une interpolation de différentes valeurs de cette disparité dans les périodes données, comme dans la figure 5.11.

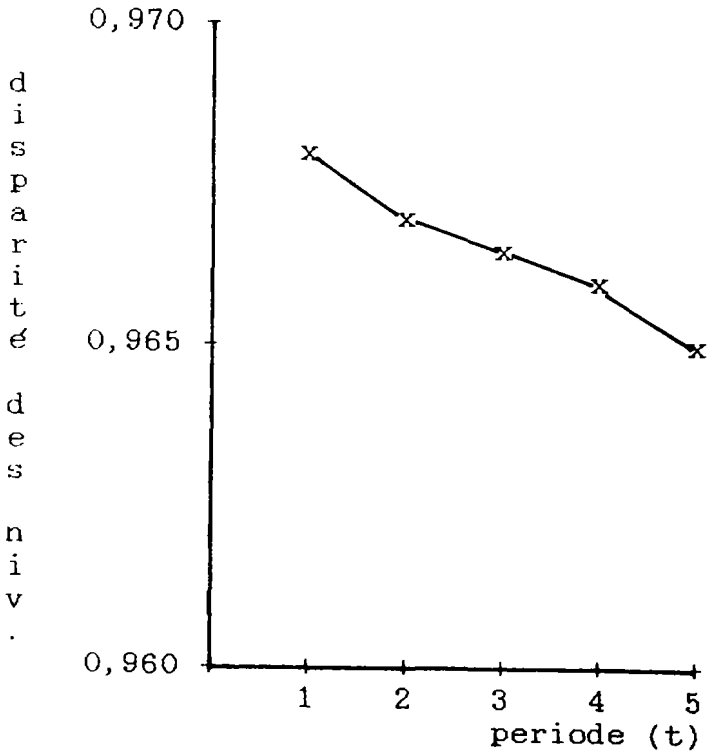
On peut y constater que la disparité entre les districts en ce qui concerne les niveaux de services de routes locales a été réduite en moyenne de 0,1 % par an dans les périodes concernées.

Cette réduction est moins significative que nous ne l'ésperions à obtenir au départ. Néanmoins, elle indique une diminution de cette disparité même dans une situation où la disponibilité de budgets à affecter est très limitée.

Le deuxième test comprend une interpolation de budgets affectés aux types d'aménagement considérés, dans l'évolution des revenus de la province de Java-Est. Cette interpolation est indiquée par la figure 5.12.

Figure 5.11

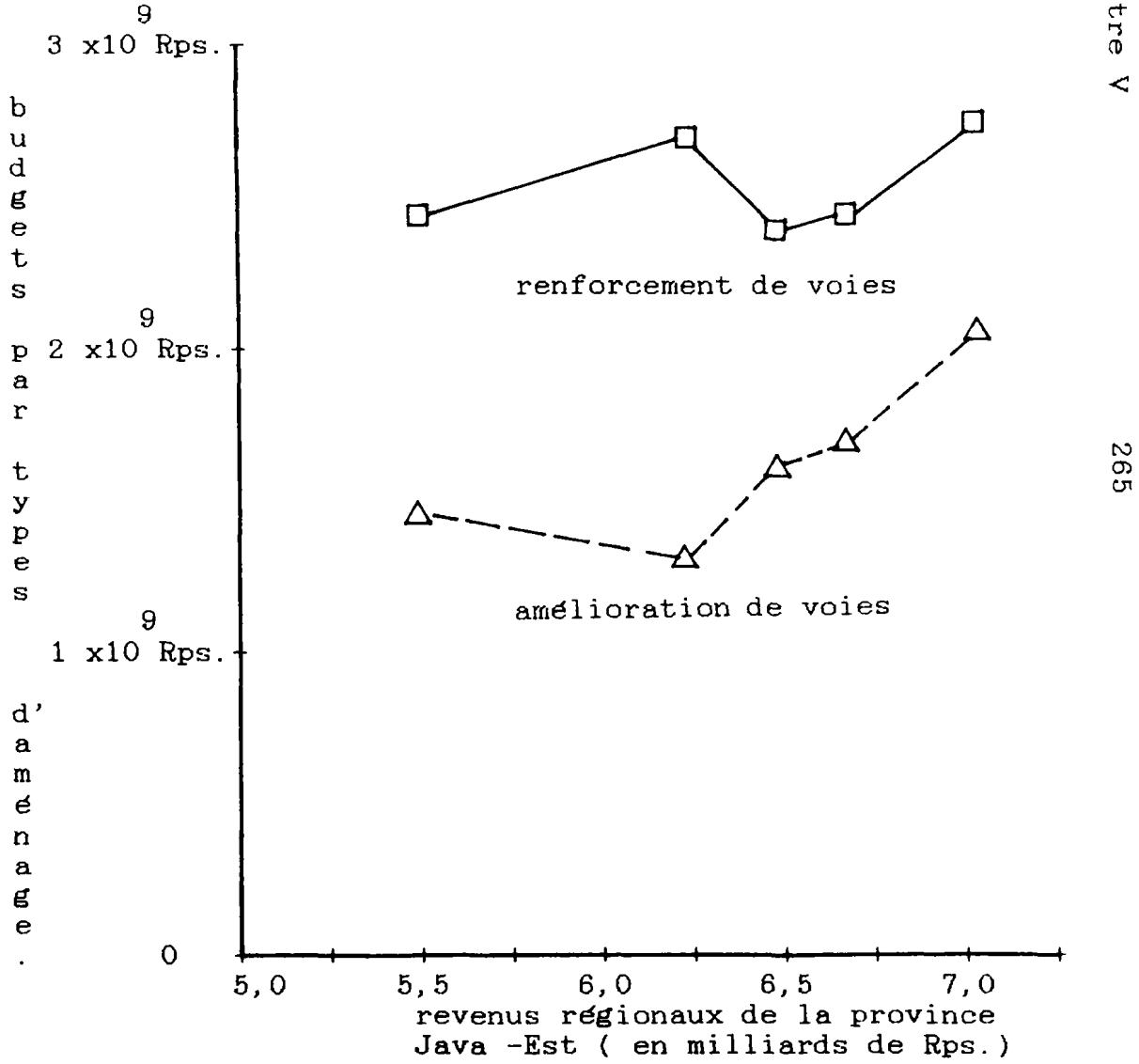
Evolution de la disparité
des niveaux de services
de routes locales
dans les périodes déterminées.



Source : annexe 2.

Figure 5.12

Budgets affectés selon les deux types d'aménagement
et croissance des revenus de la province Java-Est
durant les périodes de 1980 à 1985.



De cette figure, il ressort que le taux de croissance moyenne des revenus de cette province se situe autour de 3 % par an (calculés en valeur actuelle).

Bien que les budgets affectés au renforcement de voies soient dégressifs et que ceux qui sont affectés à l'amélioration de voies soient en progression, ces deux tendances n'arrivent pas à trouver un point d'équilibre.

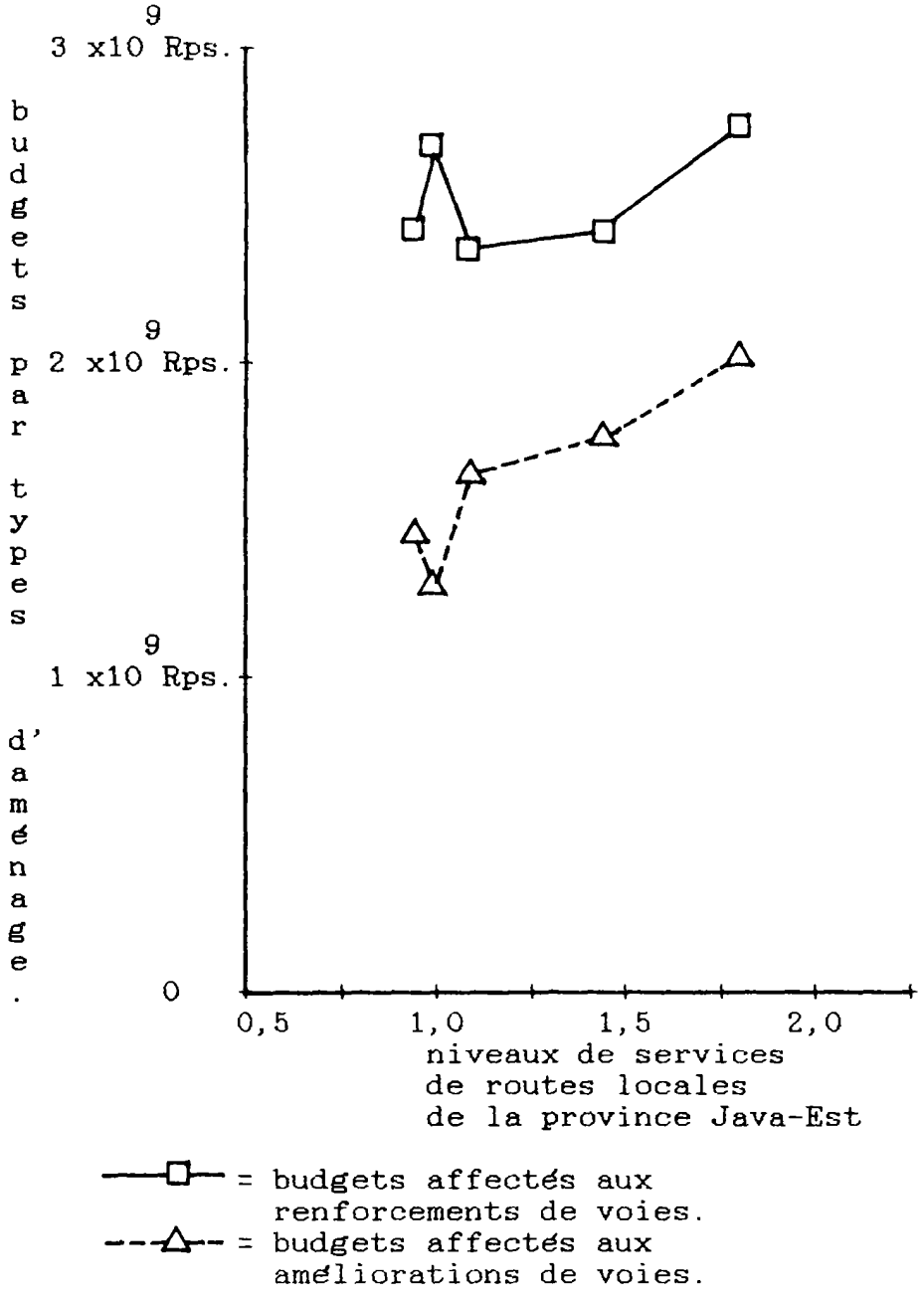
En d'autres termes, on peut dire que la province Java-Est nécessite encore de grands budgets pour renforcer ses infrastructures de routes locales, notamment pour encourager les districts moins développés à reconstruire et à élargir leurs infrastructures concernées.

La même interprétation peut être donnée si l'on compare ces deux tendances pour les budgets affectés à la variation du niveau de service de routes locales de la province Java-Est (Figure 5.13.).

La deuxième mesure d'efficacité consiste à comparer les résultats de la procédure AFFINAE aux différents taux de disponibilité budgétaire. Celui-ci n'est autre qu'un rapport entre les budgets disponibles de cette province, et les targets à réaliser dans la même période.

Figure 5.13

Budgets affectés selon les deux types d'aménagement et variations des niveaux de services de routes locales de la province Java-Est durant les périodes de 1980 à 1985.



Source : annexe 2.

Une application de la formule 4.37 du chapitre IV, sur le calcul de ce taux de disponibilité budgétaire, peut nous donner la variation de ce taux dans la période concernée (tableau 5.17).

Tableau 5.17

Variation de taux de disponibilité budgétaire
pour l'aménagement de routes locales
en province Java-Est
période 1980/81 - 1984/85

%-tage de disponibilité budgétaire par période				
1980/81	1981/82	1982/82	1983/84	1984/85
6%	10%	12%	19%	33%

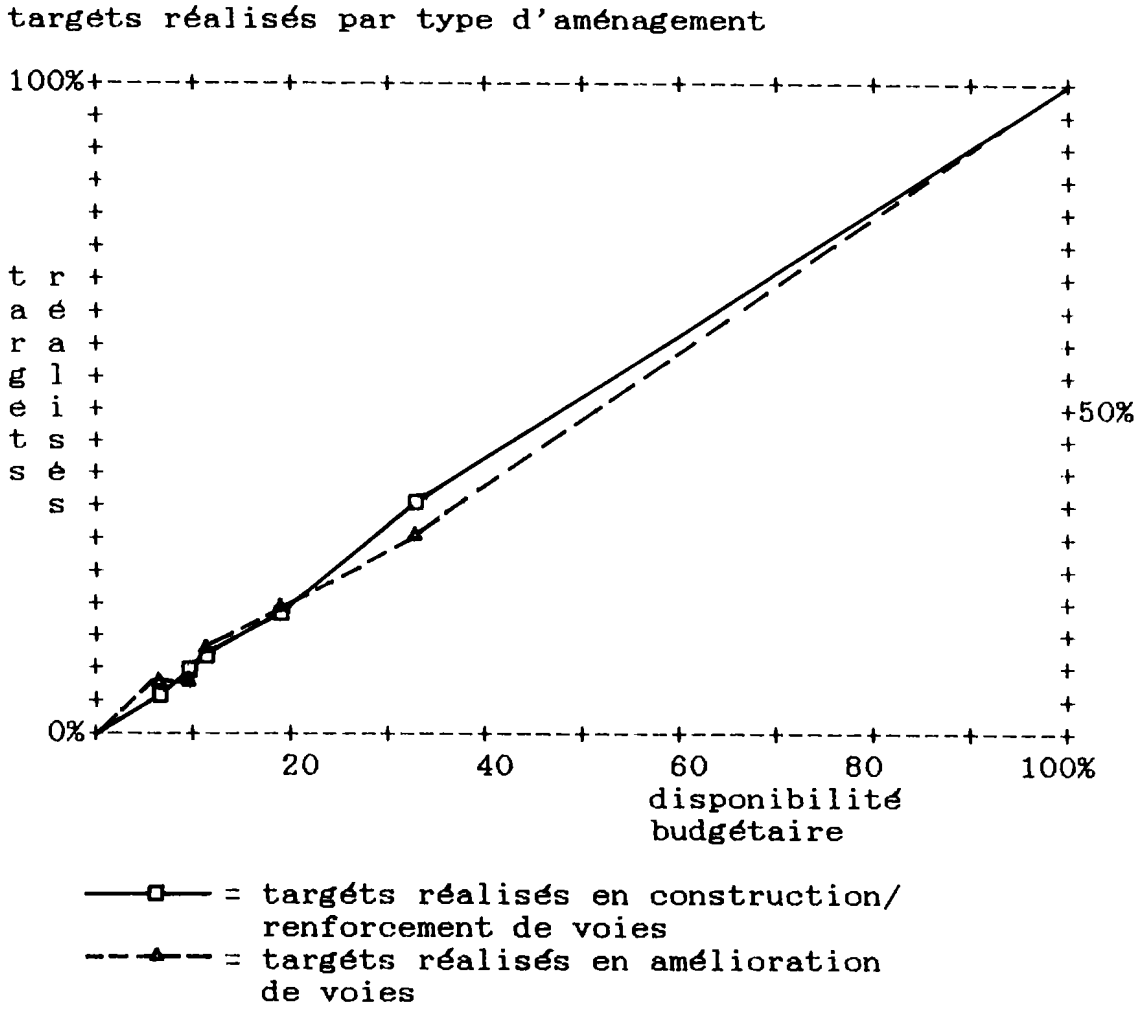
sources : tableaux 5.5.;5.14.

Cette deuxième mesure d'efficacité comporte aussi deux tests : l'un qui compare les disponibilités budgétaires aux targets réalisés par type d'aménagement soit en unité monétaire, soit en unité de longueur, kilomètres de routes locales à réaliser. L'autre compare ces disponibilités aux targets réalisés par district.

Le premier test comprenant deux comparaisons nous a donne deux figures ci-après. La figure 5.14 indique deux courbes de relation entre les targets réalisés en unité monétaire et les disponibilités budgétaires correspondantes. Tandis que la figure 5.15 montre deux courbes analogues mais en unité de longueur kilométrique.

Figure 5.14.

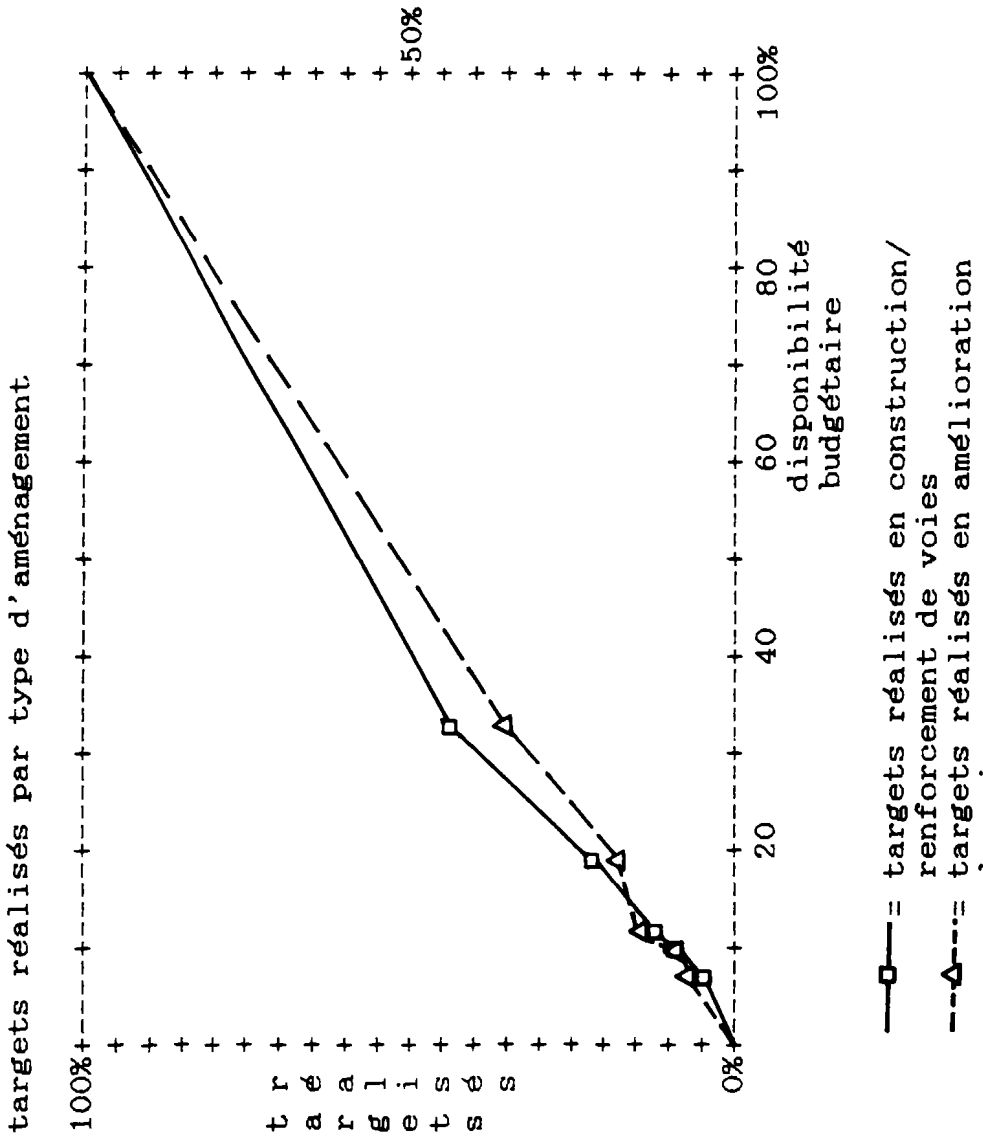
DISPONIBILITE BUDGETAIRE
ET TARGETS REALISES (en unité monétaire)



Source : Annexe 2.

Figure 5.15.

DISPONIBILITE BUDGETAIRE
ET TARGETS REALISES
(en unité de longueur kilométrique)



Source : Annexe 2.

En analysant ces deux figures, on peut constater qu'en général, les targets réalisés en renforcement de voie sont plus élevés qu'en amélioration de voie, bien que la part de budgets affectés au second type d'aménagement soit croissante. Autrement dit, l'affectation de budgets en renforcement de voie semble plus efficace qu'en amélioration de voie, car les targets réalisés dans le premier type d'aménagement semble plus élevés que dans le deuxième, avec les mêmes taux de disponibilité budgétaire.

On constate aussi que dans une situation où les budgets disponibles sont limités ou le taux de disponibilité de ces budgets est très bas (de 6 % à 10 %), ces budgets ne semblent pas être efficacement affectés aux types d'aménagement concernés.

Ce constate permet de comprende maintenant que l'efficacité d'une affectation croît lorsqu'il n'y a pas un trop grand écart entre les budgets disponibles et les targets correspondants à réaliser.

Le deuxième test repose sur la comparaison de différentes disponibilités budgétaires et la réalisation de targets par districts. Les figures qui correspondent à cette comparaison sont regroupées en annexe 2.

Une analyse de ces figures nous amène à constater que l'affectation de budgets à l'amélioration de voies semble plus efficace dans les districts au PIRB par habitant le plus élevé que si elle se faisait vers le renforcement de voies.

D'où l'on peut conclure que les régions développées utilisent les budgets qui leur sont affectés pour améliorer leurs infrastructures déjà existantes, et que les régions moins développées les utilisent pour construire (y compris renforcer) leurs infrastructures pour que les niveaux de service puissent se rapprocher de ceux des premières.

Il convient maintenant d'interpréter les résultats obtenus du point de vue de l'aménagement de l'espace dans le cas traité. Celà fait donc l'objet de la partie suivante.

5.3. Interprétations des résultats de l'application du point de vue de l'aménagement de l'espace de la province de Java-Est.

Les interprétations de ces résultats du point de vue de l'aménagement de l'espace de la province de Java-Est nécessitent avant tout quelques éclaircissements dans la politique de développement spatial de cette province.

La politique d'aménagement du territoire de cette province dans le Plan Quinquennal III (1979/1984), a mis l'accent sur le développement renforcé des régions défavorisées, notamment de régions du Sud de la province concernée.

Dans le développement de ces régions, le développement du secteur agricole et des régions rurales sont deux éléments principaux , et ils sont interdépendants.

Le développement du secteur agricole dans les régions rurales s'appuie, comme nous l'avons précédemment dit, sur la croissance de produits agricoles d'alimentation et d'exportation, et sur l'acheminement de ces produits vers les marchés nationaux et internationaux.

Il est incontestable que les routes locales dont la fonction est de relier les régions rurales, notamment celles qui sont productrices agricoles, à d'autres réseaux plus étendus (routes provinciales, routes nationales, chemin de fer, etc) jouent un rôle important dans l'acheminement des produits agricoles vers ces marchés.

Considérant également le réseau d'infrastructures de transports comme organisateur de l'espace, comme le sont J.FRIEDMANN et W.ALONSO (voir le chapitre III), la constitution d'un réseau rendant accessibles tous les points ou centres d'un système spatial donnée est donc indispensable dans l'aménagement de l'espace de la province Java-Est, afin de rendre un système spatial équilibré dans cette province.

C'est dans cette constitution, que le réseau de routes locales joue aussi un rôle important, reliant notamment les régions rurales aux autres régions ou centres dans le système spatial le plus élargi.

C'est pourquoi, en se basant sur cette politique, il nous convient d'interpréter les résultats de l'application de la procédure AFFINAE dans le cas traité, de trois points de vue ,correspondant aux éléments fondamentaux de développement spatial de cette province :

- le premier, il s'agit d'interpréter ces résultats du point de vue de développement de régions défavorisées dans la partie sud de la province concernée.

- le deuxième, il s'agit d'interpréter les résultats concernés du point de vue de développement du secteur agricole dans les régions rurales. En d'autres termes, il s'agit aussi de les comparer à la productivité agricole dans ces régions.

- le troisième, il s'agit d'interpréter ces résultats du point de vue de leur relation à la constitution d'accès de routes locales au réseau routier global de la province Java-Est.

5.3.1. Interprétations du point de vue de développement de régions défavorisées.

On peut comparer les résultats d'affectation de budgets d'aménagement de routes locales, précédemment obtenus à la régionalisation de districts selon leur niveau de développement, comme dans la figure 5.10. précédente, afin que l'on puisse interpréter la cohérence de ces résultats à la politique de développement de ces régions.

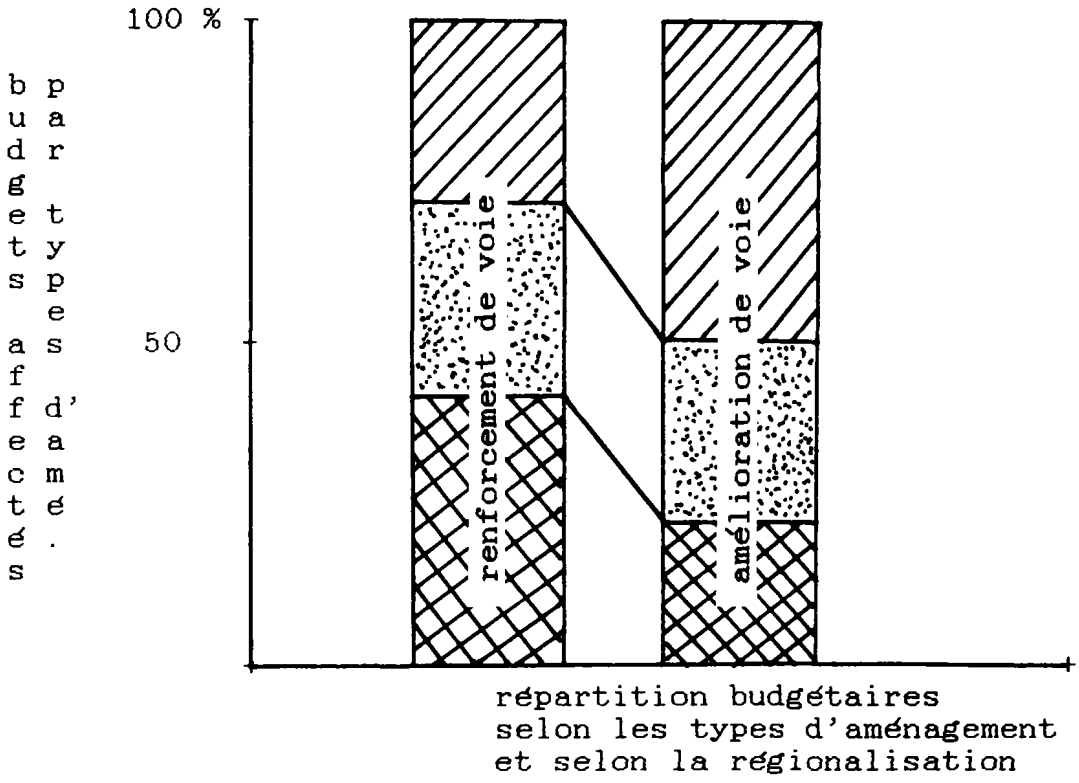
La figure 5.16 montre une interpolation des résultats de cette affectation de la fin de la période 1984/85 dans les districts classés en régions développees, aux développements modérés et aux développements restreints.

De cette figure, on peut remarquer que les districts aux développements modérés et restreints bénéficient des budgets de renforcement de voies, tandis que les districts classés comme développés bénéficient des budgets d'amélioration pour leurs routes locales.

Cette remarque peut donc être considérée comme une justification de la première hypothèse de la procédure AFFINAE (voir le chapitre IV), selon laquelle les régions moins développées nécessitent beaucoup de construction ou de reconstruction d'infrastructures de transports pour se munir d'accès intra et interrégionaux.

Figure 5.16.

Budgets affectés aux districts concernés
selon la régionalisation fixées par
la politique de développement régional
de la province de Java-Est
(Plan Quinquennal III)



notes : = districts développés.

= districts à développement modéré.

= districts à développement restreint.

source : annexe 2, et Figure 5.10

En d'autres termes, l'affectation de budgets d'aménagement dans les districts concernés se conforme donc à l'objectif de développement de régions défavorisées dans la province de Java-Est.

5.3.2. Interprétations du point de vue de développement du secteur agricole dans les régions rurales.

Si le développement du secteur agricole comprend une progression des productions agricoles destinée à l'alimentation et à l'exportation ainsi qu'une amélioration des accès aux marchés régionaux, nationaux et internationaux, les routes locales doivent être aménagées en conformité avec cette amélioration des accès, notamment dans les régions agricoles à forte productivité.

Dans cette optique, on pourra comparer les budgets affectés aux différents districts et dérivés de la précédente application à la productivité de certains produits agricoles. Pour celà, a été retenus le riz, qui constitue l'alimentation de base des populations des districts considérés.

Nous avons comparé les résultats obtenus et les différences de productivité de riz dans les districts, en tonne/hectare par an, à l'aide d'une méthode de corrélation linéaire.

Nous avons donc obtenu les corrélations linéaires entre les budgets affectés par district selon les types d'aménagement ainsi que les budgets totaux en 1984/85, et la productivité de la riziculture dans les districts concernés (tableau 5.18.).

Tableau 5.18.

Corrélations linéaires de budgets affectés à la productivité de riz dans les districts de la province Java-Est à la période 1984/1985

Budgets affectés	coefficients de corrélation linéaire
budgets en renforcement de voie	0,786
budgets en amélioration de voie	0,467
budgets totaux	0,702

sources :- tableau 5.14.;5.15.; annexe 2.
- Bureau Provincial des Statistiques.
- Java-Est en chiffres, 1984.

Les corrélations linéaires entre ces deux aspects semblent significatives, notamment entre l'affectation de budgets de renforcement de voie et les budgets totaux.

Néanmoins, la corrélation linéaire ne peut de toute évidence, être considérée comme une relation de cause à effet

(Jean De LAGARDE, 1983). Toutefois, elle peut révèler un élément commun aux phénomènes observés, d'une cause exogène.

En effet, on peut interpréter ces corrélations, en analysant les causes exogènes qui permettent une corrélation significative de ces budgets et du niveau de productivité du riz, dans notre cas.

Nous avons constaté que, dans la plupart des districts développés (ou à PIRB élevé), les routes locales nécessitant à améliorer sont plus nombreuses que celles qui exigent un renforcement. Ceci vient du fait que dans ces districts, le réseau de routes locales est déjà relativement établi, et la densité de ce type de routes par rapport à leur superficie est relativement plus forte que dans les districts moins développés.

Parallèlement, les activités économiques de base dans les districts développés se transforment de plus en plus aux activités d'industrie manufacturière, de commerce et de services. Le secteur de l'agriculture, quant à lui, est de moins en moins important dans ces districts.

Par conséquence, ces activités exigent plutôt un meilleur accès à un réseau de routes de haut niveau (routes nationales, routes provinciales, etc) pour se rapprocher aux grandes villes ou métropoles, qu'un accès aux routes locales.

L'aménagement routier se fait plutôt aux réseaux le plus haut niveau qu'aux routes locales. C'est pourquoi, la corrélation lineaire obtenue du rapport entre les budgets affectés et les productivités de riz par districts est faible.

D'autre part, les districts les moins développes sont également les plus éloignés des réseaux routiers de haut niveau. Leur réseau d'infrastructures n'atteignent pas encore la plupart des centres de leur région.

Les activités économiques de base dans ces districts rélèvent du secteur agricole. Les échanges économiques dans ces districts dépendent donc de meilleurs accès des zones productrices agricoles aux marchés et aux agglomérations.

C'est pourquoi, un meilleur accès du réseau de routes locales qui assurent l'accessibilité des zones productrices agricoles dans ces districts, notamment des zones ayant une productivité agricole éleveé, est indispensable.

On a observé ainsi, dans cette application, les budgets de renforcement de voies sont affectés aux districts ayant une productivité agricole (du riz) élevée car les targets à réaliser dans cette catégorie y sont en effet plus élevés que dans les districts plus développés.

Revenons aux interprétations des corrélations présentées ci-dessus, on peut noter que l'affectation de budgets de renforcement de voies se fait vers les districts dont les activités de riziculture ont une productivité élevée. A celà, on trouve une raison : l'état des routes locales s'est dégradé dans les districts ayant une productivité agricole élevée.

Interprétant plus avant les points exposées ci-dessus, nous pouvons conclure que les résultats de l'affectation de budgets de renforcement de voies aux districts à activités agricoles, sont en cohérence avec la politique actuelle de développement du secteur agricole de la province Java-Est.

En d'autres termes, les budgets de renforcement de routes locales sont efficacement affectés aux districts qui nécessitent une amélioration de leur accès intra et interrégional pour acheminer leurs produits ou le surplus de leurs produits vers les marchés extérieures.

5.3.3. Interprétations du point de vue de la constitution d'accès de routes locales au réseau routier global de la province de Java-Est.

L'accès de routes locales au réseau routier global de la province de Java-Est peut être interprété comme une interrelation plus ou moins directe entre le réseau de routes locales et le réseau de routes de haut niveau (routes

provinciales, routes nationales, etc..).

Dans notre cas, les routes collectrices régionales sont pour la plupart des routes provinciales et les routes arterielles régionales sont aussi pour la plupart des routes nationales.

Il convient maintenant d'analyser les interrelations directes entre les routes locales déterminées à aménager dans cette application et le réseau de routes collectrices ou arterielles régionales.

On trouve dans l'annexe 3 la localisation de toutes les sections retenues dans tous les districts pour être aménagées.

En l'analysant, on peut remarquer qu'elles sont, dans leur quasi-totalité, reliées directement soit au réseau de routes collectrices, soit à celui de routes arterielles, dans l'espace de la province de Java-Est.

Cela dote les régions rurales d'un accès plus faciles vers ces centres pour y acheminer leurs produits agricoles.

Les interrelations des régions rurales ou régions défavorisées avec les régions développées par des réseaux

d'infrastructures de transports faciles d'accès permettent d'accroître les effets se repércutant sur les régions les moins favorisées car les échanges se font dans les deux sens. Elles sont au moins en cohérence aussi avec la constatation de MYRDAL ou de HIRSCHMANN pour accroître les effets d'entrainement ou spread effects (MYRDAL) ou trickling down effects (HIRSCHMANN) vers les regions défavorisées (voir le chapitre III).

CHAPITRE VI

CONCLUSIONS GENERALES ET DEVELOPPEMENTS AVANCES DE L'ETUDE

Il convient enfin de résumer les conclusions de notre recherche abordée dans les chapitres précédents. Il se peut que nos conclusions diffèrent de celles d'autres recherches, puisque nous avons analysé les approches actuelles de choix d'investissements en infrastructures de transports et élaboré une procédure d'affectation de ces investissements , sous l'angle du rôle de ces infrastructures comme instrument de la formation spatiale et de l'aménagement de l'espace.

C'est pourquoi, il est important de résumer nos conclusions sur les aspects fondamentaux de notre recherche, comprenant :

- limitations de méthodes actuelles de choix d'investissements en infrastructures de transports ,

- portée et limites de la procédure AFFINAE que nous avons élaboré ,

- portées et limites de l'application de la procédure AFFINAE dans le cas traité , et ;

- développement possible de la procédure AFFINAE et recherches ultérieures.

6.1. Limitations de méthodes actuelles de choix d'investissements en infrastructures de transports par rapport aux réalités socio-économiques actuelles.

Les méthodes actuelles de choix d'investissements en infrastructures de transports : de l'analyse coûts - bénéfices, la plus utilisée, à l'analyse multicritère, encore à un stade experimental, nous paraissent porter certaines limitations.

Nous ne citons que quelques limitations importantes par rapport aux réalités socio-économiques actuelles. Citons à ce titre, la prise en compte d'interrelations du secteur des transports et des autres secteurs socio-économiques ; l'application de ces méthodes aux pays en développement ; et la prise en compte de facteur de l'espace.

6.1.1. Limitations du point de vue de la prise en compte d'interrelations du secteur de transports et des autres secteurs socio-économiques.

A l'heure actuelle, où les secteurs socio-économiques sont de plus en plus interdépendants, tout investissement dans un secteur entraine différents effets sur d'autres secteurs.

Surtout le secteur des transports, en particulier, assure le bon fonctionnement de toutes les activités socio-économiques d'un pays. Un investissement en infrastructures de transports, en plus d'assurer le trafic, a pour conséquence d'engendrer les effets favorables et défavorables sur d'autres activités, qui se repércutent longtemps.

Les interrelations des infrastructures de transports et des secteurs socio-économiques, de l'environnement, et de l'organisation de l'espace sont trop importantes pour que l'on les néglige dans les méthodes de choix d'investissements de cette infrastructure.

Le problème est que les méthodes actuelles concernant ces investissements ne précisent malheureusement pas les conséquences d'un investissement en infrastructures de transports sur les aspects énoncés ci-dessus, plus particulièrement sur l'aménagement de l'espace.

Ces repercussions sont souvent considérées comme les effets secondaires ou structurants qui sont naturellement engendrés, et elles sont souvent mal appréhendées dans le fonctionnement de ces méthodes.

Par ailleurs, l'interdépendance des infrastructures de transports et des secteurs socio-économiques exige une bonne coordination des investissements dans cette infrastructure et du développement de ces secteurs.

Les décisions de choix des investissements en infrastructures de transports ne peuvent en effet plus, dans le monde actuel, se limiter au seul secteur de transports.

Les effets d'un investissement en infrastructures de transports vont plus loin qu'une simple amélioration de trafic, ou qu'une réduction de coûts de transports. Ils ont au contraire de nombreuses conséquences sur la mutation des activités, et sur la transformation de l'espace dans un système donné.

Dans ce cas là, la méthode des effets, nous semble prometteuse par sa prise en compte des effets économiques engendrés lors de la réalisation de cet investissement. Mais elle nécessite encore certaines mises au point, notamment pour ce qui est de la prise en compte des effets spatiaux de l'investissement en question.

La réalisation d'une infrastructure de transports exige de grands budgets. C'est pourquoi les restrictions budgétaires sont toujours présentes dans le choix d'investissements dans ce type d'infrastructure.

Les approches partielles de ces choix ne nous semblent pas actuellement prendre en compte intégralement les restrictions budgétaires. C'est surtout le cas dans une situation où les Pouvoirs Publics, les principaux acteurs dans la décision en matière d'infrastructures, doivent affecter les budgets qui leur sont gérés,à différents types d'investissements.

Dans une situation où la bonne gestion de budgets limités d'investissements en infrastructures de transport s'impose, une approche capable d'affecter optimalement ces budgets à tous les types d'investissements considérés semble plus performante qu'une évaluation cas par cas de ces types d'investissements.

C'est pourquoi il est toujours nécessaire d'améliorer les approches actuelles de choix d'investissements en infrastructures de transports, tenant surtout compte des réalités propres à l'environnement socio-économique.

6.1.2. Limitations du point de vue de l'application des approches actuelles aux pays en développement.

Les pays en développement sont encore confrontés à de nombreux defis : alimentaire, de développement économique, de développement d'infrastructures et d'équipements, d'aménagement du territoire, et autres.

Le développement des secteurs économiques dans ces pays se heurte à deux grands problèmes fondamentaux dépendants l'un et l'autre : le manque de capital, de main d'oeuvre qualifiée et d'appareils productifs , et l'étroitesse des marchés de leurs produits.

Le premier problème exige une bonne gestion des modes de production et une politique souple, face à l'incertitude de la conjoncture économique dans ces pays.

Le second problème nécessite un meilleur accès pour acheminer leurs produits soit vers les marchés intérieurs de ces pays, soit vers les marchés internationaux.

Si l'étroitesse de marchés ou debouchés internationaux est souvent dûe à la politique protectioniste de certains pays importateur de produits des pays en développement, l'étroitesse de marchés intérieurs (nationaux ou régionaux) a, quant à elle, pour origine l'insuffisance des infrastructures de transports qui gêne les liaisons

entre lieux de production et centres de marchés intérieurs.

L'acheminement de produits vers les marchés intérieurs ne nécessite seulement pas une réduction considérable de coûts de transports, mais aussi une amélioration des accès vers ces marchés, au moyen d'infrastructures de transports en assez bon état pour assurer cet acheminement.

Les méthodes actuelles de choix d'investissements en infrastructures de transports ont adopté comme critère unique de rentabilité économique la réduction des coûts de transports des produits. Elles ne mentionnent, par contre, la rentabilité des investissements qui est liée au rôle qu'ils jouent dans l'élargissement des marchés.

On peut remarquer qu'actuellement, les coûts de transports représentent une partie de plus en plus réduite de la plupart des produits, dans les pays en développement. Ce phénomène est dû à une nette amélioration des performances des moyens de transports (vehicules), particulièrement par une utilisation plus économique des carburants. Les coûts de transports représentent rarement plus de 10 % des coûts totaux des produits concernés.

Donc, si dans le choix d'investissements en infrastructures de transports, l'accent est mis sur la

réduction des coûts de transport, on ne fournit aucune solution fondamentale aux problèmes essentiels des pays en développement.

Ce qui est important pour remédier au problème de l'étroitesse de marchés intérieurs pour certains produits des pays en développement, c' est d'améliorer l'accès intra et inter-régional de lieux de production de ces produits aux marchés régionaux ou nationaux.

Dans cette solution, les infrastructures de transports jouent un rôle important. Le rôle de ces infrastructures dans la constitution de ces accès n'est malheureusement pas évoqué dans les méthodes actuelles de choix d'investissements de l'infrastructure concernée.

Une autre limitation des approches actuelles réside dans l'utilisation de nombreuses hypothèses restrictives, notamment dans l'approche néo-classique d'évaluation économique des investissements de transports.

Les hypothèses de concurrence parfaite et de plein capacité des appareils de production ne peuvent pas être complètement adaptées aux conditions propres aux pays en développement. Cela est dû à la forte concurrence entre secteurs modernes et traditionnels et à une sous-capacité des appareils productifs dans ces pays.

6.1.3. Limitations du point de vue de la prise en compte de facteur spatial.

Il est maintenant incontestable que les infrastructures de transports jouent un rôle important dans l'organisation de l'espace, notamment dans l'implantation des activités et dans la transformation de l'espace.

Les méthodes actuelles de choix d'investissements en infrastructures de transports considérent surtout le facteur espace comme bien-économique, sous forme de coûts de transports. Elles ne prennent pas en compte l'espace comme milieu de propagation des phénomènes economiques.

Par conséquent, ces méthodes ne peuvent aussi élaborer plus avant les conséquences spatiales de l'investissement évalué et se limitent donc à des explications générales.

Les limitations de ces méthodes énoncées ci-dessus, se résument donc aux limitations de la prise en compte de facteur espace et de la situation et du problème propres aux pays en développement.

C'est dans le but de remédier à ces limitations, nous avons entrepris d'élaborer la procédure AFFINAE dans le chapitre IV et de tester sa performance sur un cas réel dans

le chapitre V précédent.

Bien que cette procédure soit élaborée pour améliorer les méthodes actuelles, elle comporte aussi certains limites que nous allons aborder dans les parties suivantes.

6.2. Portées et limites de la procédure AFFINAE.

La procédure AFFINAE que nous avons élaborée, est une méthode d'affectation d'investissements en infrastructures de transports qui prend en compte à la fois les limitations budgétaires et l'objectif d'équilibrage des niveaux de service des infrastructures concernées dans les régions données.

Ces deux aspects pris en compte caractérisent principalement les problèmes qui se posent dans la programmation de ces investissements et dans l'aménagement de l'espace en pays en développement.

La limitation de budgets d'aménagement en infrastructures de transports a, dans ces pays, la conséquence suivante : les investissements ne permettent de réaliser qu'une faible partie des infrastructures dont l'aménagement est nécessaire.

Parallèlement, la difference de niveaux de service des infrastructures concernées peut entraîner une disparité de développement entre régions développées ou bien équipées, et les régions moins développées.

Cette disparité empêche bien sûr un développement harmonieux, car les régions moins développées avec leur niveau de service d'infrastructures insuffisant ne peuvent pas assurer l'acheminement de leurs produits vers les régions développées.

Alors dans ce problème là, l'équilibrage de niveaux de service d'infrastructures de transports est indispensable pour harmoniser les niveaux de développement des différentes régions.

La portée de la procédure AFFINAE est fondée sur les solutions de ce problème. Elle repose principalement sur l'amélioration d'accès intra et inter-régionaux des régions moins développées vers les régions développées, et non pas sur la réduction de coûts de transports sur les sections de l'infrastructure considérée.

Elle repose aussi sur une utilisation optimale des budgets disponibles, qui sont souvent insuffisants par rapport au nombre de sections d'infrastructures à aménager.

Parallèlement, elle prend en compte les différents préférences des agents économiques considérés dans la réalisation d'un investissement en infrastructure de transports. Elle prend également en compte les différentes fonctions des Pouvoirs Publics dans l'affectation de ces budgets, notamment les fonctions redistributive et allocative.

Bien que de nombreuses variables caractérisant de problèmes des pays en développement soient prises en compte dans cette procédure, elle comporte aussi certaines limites tant au niveau de la conception que du mode de calcul utilisé.

La première limite intervient dès lors que l'on cherche à mettre en évidence la ventilation des investissements affectés aux secteurs socio-économiques ou aux agents économiques considérés. On se heurte alors à des obstacles actuellement insurmontables, en raison de la difficulté de formalisation.

Dans les pays en développement, la ventilation d'un investissement parmi les agents économiques tels que l'Etat, les entrepreneurs de secteurs modernes, les entrepreneurs de secteurs traditionnels, les consommateurs, etc..,a des effets aussi importants qu'un effet sur l'aménagement de l'espace.

Pourtant, cette ventilation ne peut pas être précisement formalisée dans cette procédure.

Alors, dans ces limites, la méthode des effets est la plus capable de formaliser les ventilations des effets économiques de l'investissement en question parmi les agents considérés.

Une combinaison de la procédure AFFINAE et de la méthode des effets peut être un sujet intéressant à développer ultérieurement pour éliminer cette limite.

La seconde limite porte sur la complexité du mode de calcul. Le mode utilisé tant dans la programmation non-linéaire (programme OPTREG) que dans la programmation linéaire (programmes OPTAR et OPTSEC) nécessite de nombreuses procédures itératives primales et duales, avant que les résultats optimaux soient formulés.

Toutefois, cette limite peut être surmontable si l'on dispose d'un programme de résolution informatisé, adapté à cette procédure et pouvant réduire considérablement le temps de calcul.

Une application de la procédure AFFINAE au cas réel nous a permis de tirer de conclusions intéressantes sur le

fonctionnement et sur l'efficacité de cette procedure. C'est ce que nous allons montrer dans la partie suivante.

6.3. Application de la procédure AFFINAE au cas traité.

Le cas de programmation d'investissements pour l'aménagement de routes locales en province Java-Est est un bon exemple pour l'application de cette procédure, car un objectif d'aménagement de l'espace s'impose dans cette programmation.

Toutefois, il est important de préciser certains aspects de l'efficacité ainsi que certaines limites dans cette application, afin que le développement de cette procédure puisse surmonter ces limites et accroître ces efficacités.

6.3.1. Efficacité des résultats de l'application.

En général, il nous semble que ces résultats obtenus peuvent réduire la disparité entre les niveaux de services de routes locales des districts concernés, même s'ils ne peuvent que réaliser une réduction moins significative.

Nous estimons que la formulation des targets et niveaux de service notamment, devra être améliorée pour que la procédure en question entraîne la réduction de disparité la plus significative.

Par ailleurs, les résultats de cette application semblent se conformer aussi à l'objectif de développement du secteur agricole des districts analysés. Nous ne pouvons cependant pas assurer que les sections déterminées à aménager dans cette application, sont vraiment les sections qui assurent l'acheminement des autres produits que de riz, en raison de l'absence des données correspondantes.

Malgrè celà, nous pouvons conclure que les budgets affectés peuvent contribuer à l'amélioration des accès intra et inter-régionaux de districts à forte productivité agricole (riziculture) élevée. Ces accès peuvent leur assurer, directement ou non, des interrelations avec des districts plus développés, de grandes villes ou des métropoles, dans la province considérée ou dans d'autres provinces.

Il nous semble par contre que l'affectation de ces budgets est moins efficace, si la contrainte budgétaire est très forte, ou si la disponibilité budgetaire est très basse par rapport aux targets réalisés.

6.3.2. Limits d'application de la procédure AFFINAE.

La première limite rencontrée est l'insuffisance de données, qui empêche d'obtenir des résultats d'affectation pertinents en testant les variables utilisées.

Les données douteuses pour la contrainte de préférence des usagers dans le fonctionnement du programme OPTSEC, par exemple, ne nous ont pas permis de tester l'efficacité de cette contrainte dans cette procédure.

La seconde limite est celle de la prise en compte seulement d'un seul type d'infrastructure routière : les routes locales.

Pour atteindre un choix cohérent en matière de coordination d'investissements routiers, on doit prendre en compte tous les types d'infrastructures routières en présence et appliquer de mêmes critères et variables aux choix de ces investissements.

A partir de cette seconde limite, nous pouvons conclure que pour mener à bien une coordination des invetissements liés à différents types d'infrastructures de transports, il faut que les politiques d'aménagement de ces infrastructures soient en cohérence les unes avec les autres.

Ces limits rencontrées ne doivent pas nous pousser vers le péssimisme. Au contraire, elles peuvent nous inciter à les surmonter et à développer la procédure élaborée.

Nous proposons pour celà dans la partie suivante, quelques développements et améliorations possibles de la procédure AFFINAE dans des recherches ultérieures.

6.4. Développement avancé de la procédure AFFINAE et recherches ultérieures.

Nous proposons de développer cette procédure, particulièrement en ce qui concerne l'amélioration des variables prises en compte.

Les variables de niveaux de service en infrastructures de transports et de targets d'aménagement que nous avons formulés, nécessitent une amélioration tant dans leur conception que dans leur formulation mathématique.

Parallèlement, la méthode de programmation appliquée à la procédure AFFINAE nécessite aussi quelques affinements. La méthode de programmation non linéaire que nous avons appliquées par exemple, est une méthode Lagrangienne classique. Nous ne l'avons utilisé que pour simplifier le fonctionnement de la procédure testée. Il existe de nombreuses autres méthodes de résolution d'une programmation non linéaire telles que : le lagrangien augmenté, methode

néo-newtonienne, etc., qui sont les plus sophistiquées à utiliser.

Nous avons visé dans cette étude, à formuler, à des niveaux de conception théorique et de programmation, une procédure pouvant remédier aux grands problèmes rencontrés dans la programmation d'investissements en infrastructures de transports dans les pays en développement.

Il se peut qu'une erreur soit trouvée tant dans cette conception que dans cette programmation.

Mais ce qui est important dans cette étude, est que nous avons appris la portée et quelques faiblesses de notre recherche, pour les améliorer dans les recherches ultérieures.

BIBLIOGRAPHIES

BIBLIOGRAPHIES

1. ADLER H.,"Economic appraisal for transportation projects" ,trad.,University of Indonesia, Jakarta, 1982.

2. ALDEN J.& MORGAN R.,"Regional Planning :a comprehensive view ", Leonard Hill Books, Leighton, 1974.

3. ALONSO W.,"Regional development planning:the case of Venezuela",The MIT Press,1977.

4. Ambassade d'Indonésie,"Perspectives Indonésiennes", Paris, 1982.

5. AYDALOT,Ph.," Dynamique Spatiale et Développement Inégal ", 2nd.ed.,Economica, Paris, 1980.

6. Banque Mondiale," Rapport sur le Développement dans le Monde 1986", Publication de la Banque Mondiale, Washington D.C.,1986.

7. BAPPENAS (Bureau de la planification du developpement national),"REPELITA III 1980/1981 - 1984/1985 (Plan Quinquenal III)",Jakarta,1980.

8. BCEOM-CBTP," Manuel sur les Routes dans les Zones Tropicales et Désertiques",tome 1 et 2, Paris,1981.

9. BLANQUIER,A.,"Sélection des Investissements aux niveaux National et Régional ",Dunod, Paris, 1984.

10. BLET,P.,"L'Evaluation des Projets Routiers", Economica, Paris,1979.

11. BUITON,K.J.," Transport Economics", Lexington Books, London,1982.

12. CANEMARK,C.,et alii.,"The Economic Analysis of Rural Road Projects", World Bank Staff Working Paper No.241, Washington ,1976.

13. CATIN ,M.," Effets Externes : Marchés et Système de Décision collective ",Ed.CUJAS,Paris,1985.

14. CEMT,"la Régionalisation des Transports et l'Aménagement du Territoire dans la Pratique", Seminaire à Strasbourg Dec.1983,CEMT,1984.

15. CHERVEL, M.,& Le GALL M.,"Manuel d'Evaluation Economique des Projets : la Méthode des Effets ",Ministère de la Coopération et du Développement,Paris,1981.

16. CHEVALIER, A.," La Programmation Dynamique ", Dunod, Paris,1977.

17. CHUNG,J.; ACHOUR,D. ; LAPOINTE,A.," Economie Urbaine", Gaëtan Morin editeur, Chicoutimi,Quebec,1981.

18. CHRETIEN,J.," Programmation linéaire", Dunod,Paris,1980.

19. CONDE,J.; PARAISO, M.J.; Ayassou, V.K.," The Integrated Approach to Rural Development Health ans Population ", OECD, Paris, 1979.

20. COQUAND,R.," Routes : Circulation - Tracés - Construction ",livre I et II, Edition Eyrolles, Paris, 1979.

21. COURBIS,R.," Modèles Régionaux et Modèles Régionaux-Nationaux",Actes du 2nd.Colloque International d'Economie Appliquée,Ed.CUJAS,Paris,1979.

22. DALKEN,N.;BROWN,B.;COHRAN,S.," La Prévision à long terme par la Méthode de DELPHI",(trad.par ROSTAND,F.), Dunod,Paris,1972.

23. DEAN,R.D.;LEAHU,W.H.;McKEE,D.L.," Spatial Economic Theory",The Free Press, N.Y., 1970.

24. Depts.of Communication and Public Works," 1977 origins and destinations surveys : data report on goods and passangers traffics to, from and between Kabupaten (district) and Kotamadya zones in Indonesia by all modes of transport ",Jakarta,1980.

25. Depts.of Communication and Public Works," Computer tabulation of interkabupaten goods traffic origins and destinations by all modes ",Jakarta,1984.

26. Depts.of Communication and Public Works," Report on the 1982 survey of interurban road traffic origins and destinations in Indonesia ", Jakarta, 1984.

27. DICKEY,J.W.& Miller,L.H.," Road Project Appraisal for Developing Countries ",John Wiley & Sons, Chichester,1984.

28. Dit.Jen Bina Marga (Dir.gen.des routes)," Manual : procedures for preparing rural road proposals at kabupaten (district) level ",Dept.of Public Works, Jakarta, 1983.

29. Dit.Jen Bina Marga ," Road improvement programs for 1984/1985 and 1985/1986 ", Dept.of Public Works, Jakarta,1984.

30. Dit.Jen Bina Marga," Rural roads inventory 1979 - 1985", Dept.of Public Works,Jakarta,1986.

31. Dit.Jen Bina Marga," Road development in Indonesia ", Dept.of Public Works, Jakarta,1985.

32. DORFMAN,R.;SAMUELSON,P.& Solow,P.," Linear Programming and Economic Analysis ",McGraw-Hill LTD.,Tokyo,1958.

33. DUE J.F.& FRIEDLANDER,A.F.," Government Finance : the economic of the public sector ",John Hopkins Press, Baltimore,1973.

34. DUPUY,G.," Systèmes, Réseaux et Territoires ", Presses de l'Ecole Nationale des Ponts et Chaussées, Paris,1985.

35. ECMT," Exchange of information on investment criteria applied to transport infrastructure projects ", Paris,1981.

36. ECMT,"Trends in transports investment and performances in 1980 ",Paris,1984.

37. ENPC," Le coût du transport routier ",Cours de l'ENPC, Paris,1984.

38. FLETCHER,R.," Practical methods of optimization ", vol.2 :constrained optimization,John Wiley and Sons, Chichester,1981.

39. FRIEDMANN,J. & ALONSO W.(ed.)," Regional policy : readings in theory and applications ",The MIT Press, Massachussetts,1975.

40. GAUDARD,G.,(sous la direction de),"Modèles et Politiques de l'Espace Economique ",Actes du colloques de Fribourg de l'Association de Science Régionale de langue Francaise, Editions Universitaires Fribourg-Suisse, Fribourg,1979.

41. GEORGE, P.," Geographie des inégalités ",PUF,paris,1981.

42. GOLLADAY,F. & SANDOVAL,A.," Optimal Development policy in an Open Regional Economy : a programming analysis ", dans " Geographical Analysis ", international journal of theoritical geography, Vol.XII.No.2.,OHIO University Press, Columbus,Août 1972.

43. GONDRAN, M. & Minoux, M.," Graphs and algorithms ", John Wiley and Sons,Chichester,1984.

44. GUERRIEN,B.,"La Theorie Néo-Classique : Bilan et Perspectives du modèle d'équilibre générale",Economica, Paris,1986.

45. GUIGOU,J.L. ; AYDALOT,Ph.; HURIOT,J.M., "Théorie Economique et Utilisation de l'Espace ", Ed.CUJAS,Paris,1974.

46. GUILLERME, A.,"Corps à corps sur la route ", Presses de l'ENPC,Paris,1984.

47. GUITTON,H. & VITRY, D.," Economie Politique ", Ed.DALLOZ, Paris,1978.

48. HENDRAKA & HERMAN ,L.M.," Rural road and transport in Indonesia ",Dept.of Public Works,Jakarta,1979.

49. HINE,J.L.," Some limitations to the opportunities for road investments to promote rural development ", Colloque internationale sur " Route et developpement Paris ", Presses de l'ENPC, Paris, 1985.

50. HIRSCHMANN,A.O.," Interregional and international transmission of economic growth", dans l'ouvrage de FRIEDMANN,J. & ALONSO,W.(ed.)," Regional Policy : reading in theory and applications",The MIT Press, Massachusetts, 1975.

51. HURIOT,J.M.," La Formation du paysage économique: essai sur l'affectation de l'espace ", Ed. SIREY,Paris,1977.

52. IMBODEN, N.," A management approach to project appraisal and evaluation : with special reference to non-directly productive projects ",Development center of OECD, Paris, 1978.

53. Institut de Recherche des Transports," Enseignement superieur de transport ", tome 1 et 2, Arcueil, 1982.

54. ISARD,W.," Méthodes d'analyse régionale ", tome 2 : Optimisation,(trad. par SALLEZ, A.,et alii.),Dunod, Paris, 1972.

55. ISARD,W.,& CUMBERLAND,J.W.(ed.)," Regional Economic Planning : techniques of analysis ",OECD,Paris,1961.

56. ISLAM. I.& KHAN, H.," Spatial pattern of inequality and poverty in Indonesia ",Bulletin of indonesian economic studies, vol.XXII, 2 Août 1986, Australian National University, Canberra,1986.

57. JICA (Japan International Cooperation Agency)," Urban development planning study on Gerbangkertasusila region: (Surabaya metropolitan area) ", Final report, JICA-dept.of Public Works, Jakarta, 1983.

58. JOUVENT,M. & SEGALEN,H.,"La Programmation non-linéaire", Dunod Economie, Paris,1971.

59. KANG HU,; MUTHUSUBRAMANYAM,M.; SINHA ,K.C.," Optimal allocation of funds for highway system maintenance and preservation ",Colloque internationale sur " Route et developpement - Paris ",Presses de l'ENPC, Paris, 1985.

60. KNEAFSEY,J.T.,"Transportation economic analysis ", Lexington Books,Toronto,1975.

61. KPS-Jatim (Office provinciale des statistiques province Java-Est), " Jawa Timur dalam angka 1980/1981 (Java-Est en chifres)",Surabaya, 1982.

62. (De)LAGARDE,J.,"Initiation à l'analyse des données ", Dunod,Paris,1983.

63. LAJUGIE,J.; DELFAUD, P.; LACOUR,C.," Espace régional et aménagement du territoire ",Precis Dalloz,Paris,1979.

64. LEBART,L.; MORINEAU,A.; FENELON, J.P.," Traitement des données statistiques ",Dunod,Paris,1982.

65. LIVINGSTONE,I.," International transport costs and industrial development in the less developed countries", Document UNIDO /IS.616,UNIDO, 1986.

66. MADRE,J.L.," Intervention publique et transports de voyageurs", Paradigme,Paris, 1987.

67. Ministère des transports," Instruction sur les méthodes d'évaluation des effets économiques des investissements routiers en rase campagne ", SETRA,Paris,1980.

68. MORLOK,E.K.," Introduction to transportation engineering and planning ".McGraw-Hill , 1978.

69. MOUGEOT, M.," Théorie et Politique Economiques Régionales ", Economica,Paris, 1975.

70. MYRDAL,G.," Asian drama : an inquiry to the poverty of nations ",abrégé par Seth S.King,Vintage Books, New York, 1972.

71. NIJKAMP,P.,(ed.)," Handbook of Regional and Urban Economics ", North-Holland,Amsterdam, 1986.

72. NUDS (national urban development study)," Technical report no.2 : transport infrastructure capacity assessment ",Dept.of Public Works, Jakarta, 1985.

73. NUDS," Technical report no.3 : Tinjauan masalah subsidi transportasi (an overview on transport subsidies)",Dept.of Public Works, Jakarta, 1985.

74. NUDS," Technical report no.5 : Cost effectiveness of competing freight transport modes ",Dept.of Public Works, Jakarta,1985.

75. NUDS," National urban development strategy project ", final report,Dept.of Public Works, Jakarta, 1985.

76. OSSENBRUGGEN,P.," Systems analysis for civil engineers", John Wiley and Sons,New York, 1984.

77. PAELINCK, J.H.P.," Eléments d'analyse économique spatiale ",Editions Régionales Européennes S.A., Paris, 1985.

78. PAELINCK,J.H.P., & SALLEZ, A.," Espace et Localisations ", Economica, Paris, 1983.

79. PLASSARD,F.," Les autoroutes et le développement régional ",Economica, Paris,1977.

80. PONSARD,C.," Analyse Economique Spatiale ", P.U.F.,Paris,1988.

81. POWELL,M.J.D.(ed.)," Non linear optimization 1981", NATO conference series, Academic Press, London, 1982.

82. PRASTACOS,P., & Romanos M.," A multiregional optimization model for allocating transportation investments ",Transportation research part B : methodology, vol.21B.no.2.,Pergamon Press, London,1987.

83. PRUD'HOMME ,R.,& DARBERRA R.," Transports urbains et développement économique du Bresil ",Economica, Paris,1983.

84. QUINET, E.,"Les infrastructures de transports : bilans et perspectives ",Chotard et associés,Paris,1980.

85. QUINET E.& TOUZERY, L.," La coordination des infrastructures de transports ", la Documentation Francaise, Paris, 1980.

86. QUINET,E.,(et al.)," Economie des transports ", Economica,Paris, 1982.

87. QUINET,E.,(sous la direction de)," La demande de transport : de la modélisation des trafics à l'appréhension des besoins ", Compte rendu du Seminaire d'Economie des transports , Presses de l'ENPC, Paris, 1982.

88. QUINET,E. (sous la direction de)," Les transports en France : situation au debut des années 80 et politique nouvelle ",la documentation francaise, Paris, 1982.

89. RICHARDSON,H.W.," Elements of Regional Economics ", Penguin Modern Economics, Middlesex,1970.

90. RITTER, J.," Géographie des transports ",PUF,Paris,1971.

91. ROSEAUX," Exercises et problèmes résolus de recherche opérationnelle ", tome 4, Masson,Paris, 1983.

92. Round table 48," Transfers through the transports sector: evaluation of re-distribution effects ", OECD, Paris, 1980.

93. ROYAT,S.& KUSBIANTORO," Motorized public transportation in Bandung ",dans SOEGIJOKO,B.T.(ed.)," Bandung urban transportation study ",Press of the Institute Technology Bandung, Bandung,1980.

94. ROYAT,S. (et al.),"Lhok Seumawe urban development study", Dept.of Public Works, Jakarta, 1982.

95. ROYAT, S.," Rôle des transports routiers dans le développement de l'île de Java ", travail de fin d'etude, ENTPE, Lyon,1984.

96. ROYAT,S.," Contribution à l'évaluation économique des projets d'investissements d'infrastructure de transports dans les pays en développement ", rapport DEA,ENPC, Paris,1985.

97. SMITH,A. (et al.)," Civil engineering systems analysis and design ",John Wiley and Sons, New York, 1983.

98. SQUIRE,L., & VAN DER TAK,H.G.," Economic analysis of projects ", A world bank research publication , The John Hopkins University Press, Baltimore,1975.

99. SURYATIN, (et alii)," Analisa cost-benefit ", Dept.Pekerjaan umum dan tenaga listrik (Dept.of Public Works),Jakarta, 1975.

100. TINBERGEN,J.," Politique Economique et Optimum Social ", Economica, Paris, 1972.

101. WILLIAMSON,J.F.," Regional Inequality and the Process of National Development : a description of the patterns", dans FRIEDMANN,J. & ALONSO,W.,(ed)," Regional Policy : readings in theory and applications ", The MIT Press, Massacusetts, 1975.

102. World Bank," A Framework for regional planning in Indonesia ", Report no. 502 - IND (3 volumes),1974.

103. ZELENY,M.," Multiple criteria decision making ", McGraw-Hill Bokks Co.,London,1982.

****

NS 14744
(T2)(4)
X

ÉCOLE NATIONALE DES PONTS ET CHAUSSÉES

PARIS

AFFECTATION DES INVESTISSEMENTS EN INFRASTRUCTURES DE TRANSPORTS ET AMÉNAGEMENT DE L'ESPACE

Le cas de programmation d'investissements de routes locales dans le développement rural de la province de Java-Est, Indonésie

Thèse pour obtenir le Titre de
Docteur de L'Ecole Nationale des Ponts et Chaussées
en Economie des Transports

TOME II : ANNEXE

présentée par :

SUJANA ROYAT

Soutenue publiquement le 6 Mars 1989
devant le Jury composé de :

Président du jury et rapporteur	: Monsieur Gabriel DUPUY Professeur à l'Université Paris XII Val-de-Marne.
Directeur de Thèse	: Monsieur Emile QUINET Professeur à L'Ecole Nationale des Ponts et Chaussées.
Rapporteur	: Monsieur Xavier GODARD Directeur de recherche à l'INRETS.
Examinateur	: Monsieur Michel SAVY Professeur Adjoint à L'Ecole Nationale des Ponts et Chaussées.

E.N.P.C.
DOC04015

26

A N N E X E S

TABLE DES MATIERES

page

ANNEXE 1. RESUME DES EXEMPLES DE MODELES ACTUELS DE CHOIX D'INVESTISSEMENTS EN INFRASTRUCTURES DE TRANSPORTS. A.1

A.1.1. Modèles partiels de choix d'investissements en infrastructures de transports. A.2

A.1.1.1. Modèle par approche en fonction des avantages de transports A.2

A.1.1.2. Modèles par approche en fonction des variations de la production. A.7

A.1.1.3. Modèles de choix d'investissements par approche des effets : méthode des effets A.8

A.1.2. Modèles de choix des investissements de transports par approche globale d'évaluation A.11

A.1.2.1. Modèles par approche d'optimisation sous-contrainte A.11

A.1.2.1.1. Affectation optimale de ressources pour les activités d'entretien et d'amélioration routière: Modèle de KANG HU et alii... A.11

A.1.2.1.2. Modèle d'optimisation multirégionale d'affectation des investissements de transports : Modèle de PRASTACOS et alii. A.16

A.1.2.2. Modèles de choix d'investissements par analyse multi-critère : exemple indonésien A.24

page

ANNEXE 2. TABLEAUX ET FIGURES DES RESULTATS D'APPLICATION DE LA PROCEDURE AFFINAE AU CAS TRAITE A.27

ANNEXE 3. IDENTIFICATION DE SECTIONS DE ROUTES LOCALES DETERMINEES A AMENAGER DANS LA PROVINCE DE JAVA-EST SELON LES RESULTATS D'APPLICATION DE LA PROCEDURE AFFINAE AU CAS TRAITE. A.66

****

ANNEXE 1

RESUME DES EXEMPLES DE MODELES ACTUELS DE CHOIX D'INVESTISSEMENTS EN INFRASTRUCTURES DE TRANSPORTS

Cette partie présente quelques exemples des modèles qui sont souvent actuellement appliquées à l'évaluation économique d'investissements en infrastructures de transports. Ces modèles se divisent en deux catégories :

- modèles partiels de choix d'investissements en infrastructures de transports. Ce type de modèles analyse l'investissement considéré cas par cas. Dans cette catégorie, on peut trouver trois types d'approches qui sont les suivantes :
  - approche en fonction des avantages de transport.
  - approche en fonction des variations de la production.
  - approche par les effets économiques de transports ou,

    approche par la méthode des effets.

- modèles par approche globale d'évaluation d'investissements en infrastructures de transports. Ce type de modèles intégre les differents types d'investissements à évaluer dans une analyse et applique les mêmes critères d'évaluation aux investissements considérés. On peut remarquer dans cette catégorie, deux methodes qui font l'objet de nombreuses études :
  - méthode d'évaluation d'investissements par optimisation sous contrainte, et
  - méthode d'évaluation par analyse multicritère.

    L'analyse multicritère, elle même, comporte principalement deux types de méthodes: méthode de déclassement et de surclassement des objets ou projets analysés.

Nous n'abordons que des principes de base et quelques exemples d'application de chacune de ces modèles afin d'en dégager leur portée et leurs limites dans cette application,

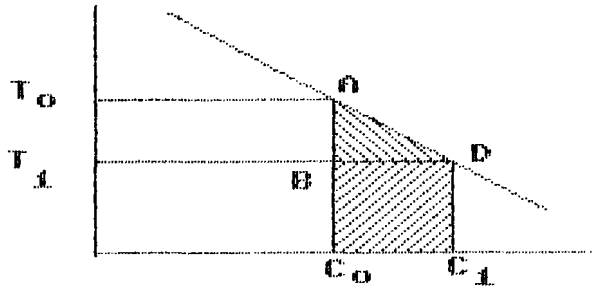
A.1.1. Modèles partiels de choix d'investissements en infrastructures de transports.

A.1.1.1. Modèle par approche en fonction des avantages de transport.

Le principe de base de cette approche repose sur le calcul des avantages directs à l'apport de nouveau trafic généré par l'investissement à évaluer.

Deux agents économiques sont considérés dans cette approche : les usagers et l'Etat.

Le calcul est fondé sur les variations du surplus collectif. Ces **variations** peuvent s'illustrer par la courbe suivante, dans laquelle le surplus se traduit par la réduction des coûts de transport pour les catégories d'usagers.



C_0 coûts d'usagers avant **realisation** du projet.

C_1 coût ressentis après réalisation;

T_0 et T_1 trafic avant et après réalisation

Dans le cas de la réalisation d'un investissement permettant une diminution des coûts de transport, le surplus total pour les usagers est donc :

$$S = \int_{C_2}^{C_1} T.dC$$; la surface hachurée de la courbe ci-dessus.

Le surplus peut se décomposer en :
- le surplus des ancien usagers, soit :

$T_0 . (C_0 - C_1)$: où T_0 est le trafic normal

ou

$- T_0 . C$ car il s'agit bien d'une diminution de coûts de transport pour les usagers.

- le surplus des nouveaux usagers (trafic induit et dérivé), qui est egal à :

$T_1 . (C_0 - C_1)$; c'est à dire le triangle ABD.

ou

$- T_1 \Delta C$

Le surplus des usagers entre donc dans le bilan des usagers après la realisation des investissements. Le travail de l'équipe BCEOM (BCEOM-CBTP, 1972) a précisé que, pour les usagers effectuant le transport à leur propre compte, le bilan se décompose en :
- coût d'exploitation des véhicules (achat du véhicule, carburant, entretien, taxes et impôts),
- coûts de chargement,
- valeur du temps,
- éléments divers tels que : confort, incommodité, etc.

Parallèlement, le bilan de l'Etat en tant que gérant de l'infrastructure et percepteur, se calcule à partir des variations des dépenses portant sur :
- les dépenses de construction et d'entretien d'infrastructures,
- les frais de perception des taxes et impôts, et éventuellement des péages,
- les dépenses rapportées par les collectivités locales (protection contre la pollution, les nuisances, etc.).

La rentabilité de l'investissement en question s'évalue à l'aide de critère comprenant :
1. Le bilan actualisé, somme des avantages nets calculés à une certaine année de référence, souvent l'année "0" c'est-à-dire à la date du premier investissement.

Le bilan actualisé s'écrit donc :

$$\bar{B}_0 = -I + \sum_{i=1}^{n} \frac{A_i - C_i}{(1+a)^i}$$

Où;

$\bar{B}_0$ = avantage nets actualisés à l'année "0".
I = montant de l'investissement en question.
A_i = avantage à l'année i lie à la réalisation de l'investissement I.
C_i = coût d'exploitation à l'année i lié à la réalisation de l'investissement.
a = taux d'actualisation.
n = durée de vie de l'infrastructure.

Si $\bar{B} > 0$, l'investissement est donc rentable. En revanche, si $\bar{B} < 0$, l'investissement n'est pas rentable du moins à la date considérée.

2. Le taux de rentabilité immédiate ou la date optimale de mise en service. Le taux de rentabilité immédiate est défini en fonction du rapport des avantages lors de la première année de mise en service au montant de l'investissements à évaluer, soit ;

$$R_t = \frac{A_{t+1}}{I_t}$$

où :

R_t = taux de rentabilité immédiate.

A_{t+1} = avantages nets attendus à l'année t+1.

I_t = montant de l'investissement à l'année t.

L'utilisation de ce taux reprend des caractéristique propres aux investissements en infrastructures de transports. Cela est dû à deux raisons. La durée de vie d'une infrastructure de transport, d'une part, est pratiquement infinie. Les avantages générés, d'autre part, sont normalement proportionnels au trafic qui augmente régulièrement, du moins pour certaines modes de transports.

C'est pourquoi la rentabilité de l'investissement en infrastructure de transport repose souvent sur ce critère, en prenant pour hypothèse que le trafic futur ne sera pas décroissant. L'investissement est donc rentable si le taux de rentabilité immédiate est élevé. De plus, on peut déterminer la date optimale de réalisation de l'investissement lorsque ce taux est égal au taux d'actualisation. A cette date, en effet, les avantages totaux actualises constituent un maximum par rapport à toute autre année de mise en service. Prenons une année de mise en service à l'annee 1, l'avantage total actualisé à l'année 0 , est de ;

$$\bar{A} = -I + \sum_{t=1}^{n} \frac{A_i}{(1+a)^t}$$

Désignons par $\bar{A} + \Delta\bar{A}$, l'avantage total actualisé à l'année 0, apres la mise en service à l'année 2 , soit ;

$$\bar{A} + \Delta\bar{A} = 0 - \frac{I}{(1+a)} + \sum_{t=1}^{n} \frac{A_2}{(1+a)^{t+1}}$$

On peut trouver ;

$$\Delta\bar{A} = \frac{1}{(1+a)} (a-r)$$

$\Delta\bar{A} = 0$, si r=a (taux de rentabilité immédiate = taux d'actualisation).

-avant l'année optimale; $r<a, .\bar{A}>0, \bar{A}$ est croissant.

-après l'année optimale; $r>a, .\bar{A}<0. \bar{A}$ est décroissant.

3. Le taux de rentabilité interne; défini comme valeur du taux d'actualisation rendant nul le bilan actualisé, soit ;

$$\bar{B} = -I + \sum_{1}^{n} b_t /(1+r)^t = 0$$

Si r>a, alors $\bar{B}$ est positif et l'investissement est rentable.

Malgré sa justification théorique est discutable, ce taux est souvent utilisé et préconisé par certains organismes internationaux de financement dans certain pays dont le taux d'actualisation est mal connu.

L'emploi de ces critères de rentabilité peut devenir complexe lorsque divers types d'investissements sont en présence ; construction d'infrastructure nouvelles, amélioration d'infrastructure existantes ou encore investissements dépendants les uns des autres, complémentaires, etc.

exemple de modèle :

Un modèle operationel a été proposé en 1970 par une circulaire du Ministère des Transports afin de formuler la rentabilité des investissements routiers en rase campagne.

L'ouvrage de M.A.BONNAFOUS et alii (1977)en réproduit un résumé, que nous présentons ici pour illustrer le fonctionnement de ce modèle.

La circulaire de 1970 donne trois formulations au calcul des avantages ;
- la première porte sur le cas d'un aménagement sur place

(élargissement de voie existante),
- la seconde traite d'une voie nouvelle doublant un ou plusieurs itinéraires anciens.
- la troisième a trait à la desserte d'une zone nouvelle non desservie par l'infrsatructure existante.

Les agents considérés dans ce modèle sont les usagers et l'Etat. Le surplus des usagers, calcule à partir de la variation des coûts ressentis par les usagers (c), inclut :
- les frais de fonctionnement du vehicule,
- l'évaluation du temps,
- l'appréciation du confort,
- le péage s'il existe.

Outre le coût C ressenti par les usagers, il tient compte du coût c' dit coût collectif incluant des paramètres specifiques à l'Etat, à savoir les avantages tires par l'Etat ou surplus de l'Etat. Le coût collectif s'obstient à partir du coût estimé par les usagers,
- en réstructurant le montant des taxes sur les carburants, et des péages,
- et en ajoutant le coût collectif des accidents (coût du blessés et tués).

Si l'on prend t comme montant des taxes sur l'essence, s le coût collectif des accidents, et p le montant du péage, le coût collectif sera de:

$$c' = c-t+s-p.$$

Il est bien évident que le coût collectif est supérieur au coût de l'usager. La variation du surplus collectif est obtenue à partir de l'addition du surplus des usagers et de celui de l'Etat, soit :

$$\Delta S = \frac{N_1 + N_0}{2} (C_0 - C_1) + \Delta t - \Delta s + \Delta p$$

Où ;

N_0 , N_1 = trafic avant et après la réalisation

C_0 , C_1 = coût ressenti par les usagers avant et après cette réalisation,

Δt = variation du montant des taxes sur l'essence,

Δs = économie en coûts d'accidents,

Δp = variation des recettes de péage.

L'utilisation des critères de rentabilité suit donc la même procedure que précédemment. De plus, en tenant compte des restrictions budgétaires existantes, on a dégagé dans le taux de rentabilité immédiate, un coefficient multiplicateur

k, qui indique le coût d'opportunité de capital. La rentabilité immédiate est maintenant :

$$R = \frac{A_{t+1}}{k.I_t}$$, où k est le coefficient annuel de restriction budgétaire.

A.1.1.2. Modèles par approche en fonction des variations de la production.

Ces modèles prennent en compte deux agents économiques dans l'évaluation de l'investissement en question : l'Etat et les entreprises de production.

Le surplus de usagers en tant que personnes physiques est donc intégré implicitement à celui des entreprises de production sous forme de variation des revenus de leurs salariés (diminution du coût et augmentation des revenus).

Lors de la réalisation de l'investissement. le surplus collectif dans cette approche, ajoute la somme de surplus de l'Etat à celui des entreprises.

Le surplus des entreprises comprend leurs revenus nets et on peut l'évaluer à partir des prévisions sur les séries de comptes d'exploitation.

Le surplus de l'Etat est calculé sur la base des impôts percus sur les nouvelles productions. Il inclut aussi les dépenses de l'Etat en travaux de construction et d'entretien de l'infrastructure (surplus négatif).

Le recours à ce modèle exige de nombreuses précautions, notamment celle de la complexité des facteurs de poduction qui sont influencés par l'investissement à évaluer.

Ce type d'approche est souvent préconisé par la Banque Mondiale notamment pour évaluer les investissements de routes rurales dans les pays en développement. Un manuel préparé par une équipe de cet organisme reprend cette approche en mettant l'accent sur les variations de coûts de production de quelques produits agricoles importants (p.e. : maïse, riz, etc.) afin d'évaluer le surplus de l'investissement en question pour les agriculteurs sous forme de réduction de coûts de production. Le surplus pour l'économie est calcule à partir des variations sur le prix des produits considérés (voir C.CANEMARK, J.BIDERMAN, D.BOVET,World Bank, 1976).

A.1.1.3. Modèles de choix d'investissements par approche des effets : méthode des effets.

Dans ce type de modèles, la méthode des effets est considérée la plus performante dans l'évaluation des effets économiques d'un investissement

Cette méthode, développée par M.CHERVEL et M.LE GALL (1976) repose sur l'évaluation et la ventilation des effets liés à la réalisation d'un investissement parmi les différents agents économiques du pays.

Elle permet de mesurer la création de valeur ajoutée, les variations du commerce extérieur et des emplois artisanaux et modernes.

Son application peut être adaptée au degré de précision atteint selon l'importance de l'investissement et le volume d'informations disponibles dans le pays concerné.

Dans cette méthode, on considère que la réalisation d'un investissement entraine des effets primaires et secondaires.

Les effets primaires s'exercent sur :
- la variation de la valeur ajoutée avec, par exemple, un accroissement de valeur ajoutée se traduisant par la création de revenus parmi divers agents économiques : revenus supplémentaires des entreprises, des salariés et de l'Etat, qui percoit davantage de taxes,
- la variation du commerce extérieur, soit une diminution des importations ou une hausse des exportations.

Les effets secondaires découlent de l'emploi des nouveaux revenus ainsi générés. On les qualifie les effets multiplicateurs, qui incluent entre autres l'accroissement de l'épargne intérieure.

Les effets primaires se répartissent en :
- somme d'importations incluses (directes et indirectes),
- somme de valeurs ajoutées incluses (directes et indirectes).

ou :

$$\begin{pmatrix}\text{production totale}\\ \text{de l'investiss.}\end{pmatrix} = \begin{pmatrix}\text{importation}\\ \text{incluse}\end{pmatrix} + \begin{pmatrix}\text{valeur ajoutée}\\ \text{incluse.}\end{pmatrix}$$

Tandis que les effets secondaires se transcrivent ainsi :

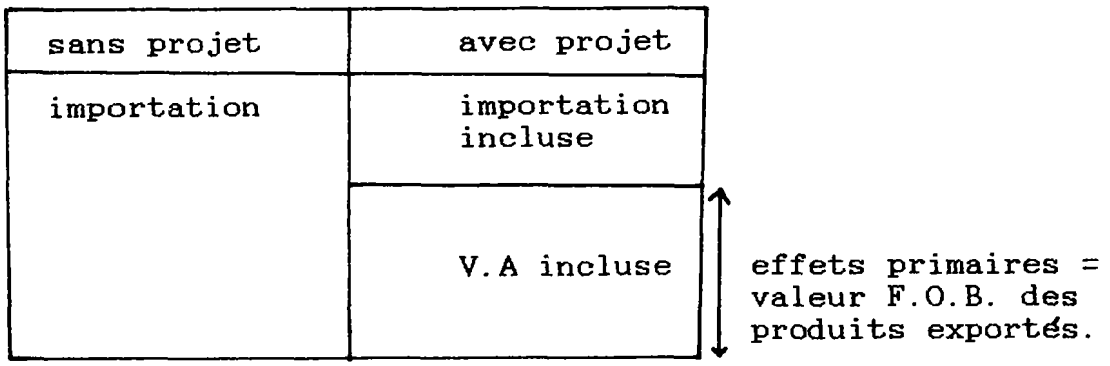
$$\begin{pmatrix}\text{valeurs ajoutées}\\ \text{incluses}\end{pmatrix} = \begin{pmatrix}\text{revenus inclus de chaque}\\ \text{catégorie d'agent.}\end{pmatrix}$$

La méthode des effets répartit les investissements en trois types:

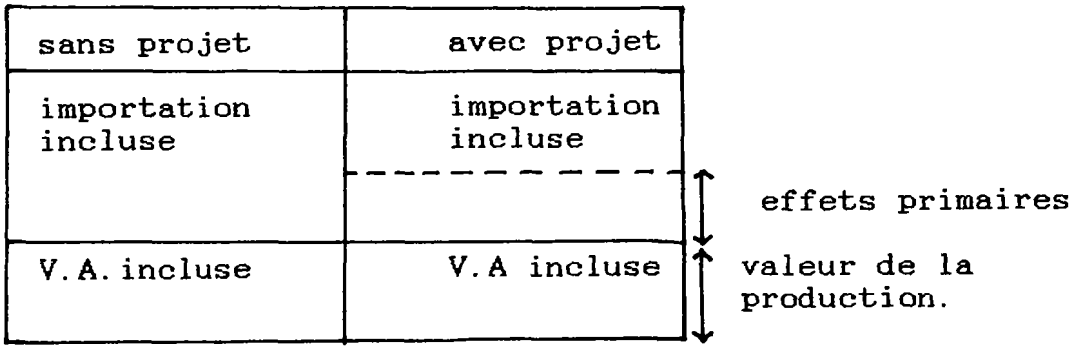
- projets d'exportation p.e.:projet de mine destiné à l'exportation.
- projets de substitution technique, p.e.: projet de modernisation agricole,
- projets de substitution d'importation, p.e.: projet de fabrication d'aliments destinée à réduire les importations.

Dans la méthode des effets, l'investissement en infrastructures de transports peut être considéré comme projet unique dont on calcule les effets sur diverses catégories d'agents ou intégre à une grappe de projets interdépendants. Les effets de l'investissement en infrastructures de transport sont dans ce dernier cas calculés à partir de ceux de l'ensemble du projet.

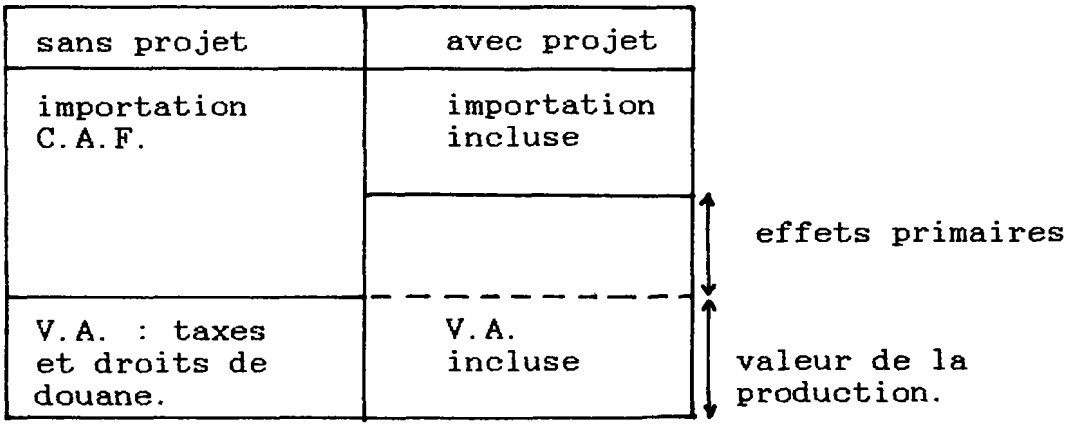
Dans le premier type d'investissement, par exemple un investissement routier lié au projet d'exploitation d'un produit destiné à l'exploitation, il aura pour effets primaires les valeurs ajoutées des produits exportées, soit dans la figure suivante :



Dans le projet de substitution technique, par exemple de modernisation d'une route en terre par une route bitumée servant un autre projet à vocation agricole, les effets primaires apparaissent dans le transfert de revenus entre secteurs (p.e.: du revenu de la collectivité de la région concernée au revenu d'un constructeur de cette route).



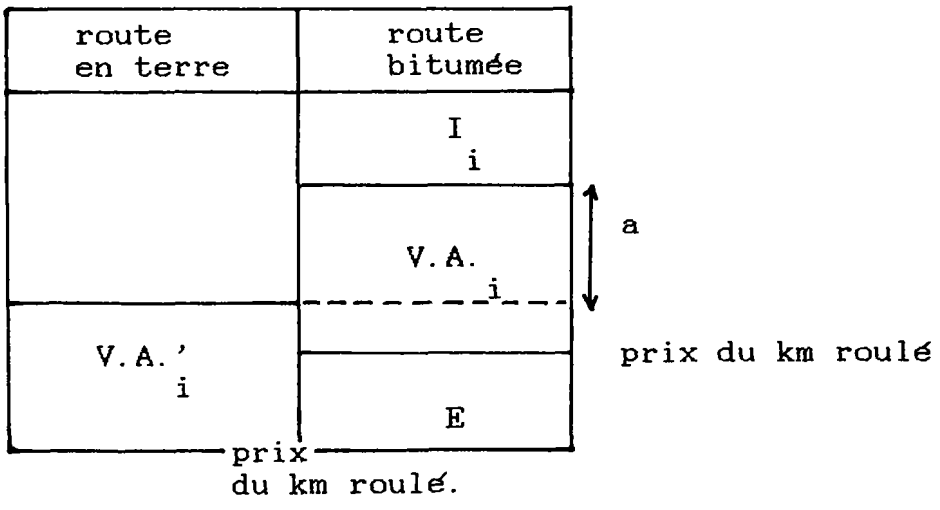
Dans le projet de substitution d'importation, p.e.: amélioration d'une route liée à un projet de culture d'un produit précédemment importé, les effets primaires correspondent à l'accroissement de la valeur ajoutée (diminution des importations).



Les avantages ou surplus se calculent à partir des effets primaires, c'est-à-dire :
- par l'accroissement de valeur ajoutée, qui donne une évaluation de l'apport de l'investissement au Produit Intérieur Brut,
- par la répartition de valeur ajoutée parmi divers agents intérieurs.

Exemple du modèle:le revêtement d'une route en terre.

La figure ci-dessous montre que le revêtement d'une route en terre à une route bitumée, entraine ;
- une hausse des importations de bitume, s'il est importé, ou une diminution de valeur ajoutée liée à cette importation.
- l'accroissement des économies des usagers ou la création de revenus supplémentaires liés à la réduction de coûts de transports.



La valeur ajoutée supplémantaire créée = a (effets primaires nets) est donc égale à la différence de valeurs ajoutées incluses (dans des prix différents) $V.A_i - V.A.'_i$ plus l'économie à l'usager E (revenus supplémentaires de l'usager), soit ;

$$a = VA_i - VA'_i + E$$

Il convient maintenant de calculer, dans le cas de plusieurs investissements, le surplus ou valeur ajoutée si l'on se limite aux effets primaires. On applique alors les critères habituels de rentabilité de l'investissement.

La procédure souple de la méthode des effets permet d'une emploi de cette methode à tous les types d'investissements. Cependant, pour connaître les effets secondaires, c'est-à-dire la ventilation de valeur ajoutée créée parmi les agents considérés, on doit disposer de renseignements précis concernant les transferts de ces valeurs ajoutées dans l'économie.

A.1.2. Modèles de choix des investissements de transports par approche globale d'évaluation.

A.1.2.1. Modèles par approche d'optimisation sous contrainte

Ce type d'approche vise principalement à répartir ou affecter les investissements de facon optimale à plusieurs types de dépenses correspondantes. Elle tient compte certaines contraintes dans cette affectation afin de répartir les investissements satisfaisant à ces contraintes.

Il peut être plus interessant de mettre en evidence sur ce type d'approche en analysant deux exemples de modèle d'affectation d'investissements, l'un a été dévelopé par KANG HU et alii, et l'autre par PRASTACOS et alii. Nous en présentons car ils ont des caractéristiques particulières tant au niveau de modélisation qu'au niveau de leur résolution.

A.1.2.1.1. Affectation optimale de ressources pour les activités d'entretien et d'amélioration routière: Modèle de KANG HU et alii.

KANG HU, MUTHUSUBRAMANYAM M.,et SINHA K.C., ont mis au point un modèle d'affectation de budgets routiers pour programmer les activités d'entretien et d'amélioration du réseau routier à des niveaux local et central (KANG HU et

alii, 1984).

Le modèle prend en compte les considérations physiques de routes (type de surface et de fondation, capacité de portance), le niveau de service, la sécurité routière ainsi que l'environnement(pollution). Les variables de décision sont mesurées en longueurs totales optimales de diverses classifications routières recevant les budgets d'entretien et d'amélioration. Le modèle a pour objectif d'améliorer l'état initial de chacune de ces classifications routières en fonction des facteurs exposés ci-dessus.

Le problème se formule alors en une réalisation des objectifs déterminés pour chaque classification routière et chaque activité d'aménagement, soit ;

$$T_{kh} = \sum_{i=1}^{M} p_{kih}\, x_{ih} + d^{-}_{kh} - d^{+}_{kh} .$$

où ;

T_{kh} = objectif (target) à réaliser sur l'objectif k (k=1,..,K représente les objectif à viser) pour la route en classe h,

p_{kih} = coefficient déterminé, indiquant une relation entre amélioration"minimale" de type i, pour la route de classe h, si le target est déterminé au niveau k,

x_{ih} = longueur totale de route de classe h , aménagée en activité de type i,

d^{-}_{kh} = sous-réalisation ou pénaltie de l'objectif k pour la route en classe h.

d^{+}_{kh} = sur-réalisation ou dépassement de la réalisation de l'objectif k pour la route de classe h.

De facon générale, la formule de l'objectif ci-dessus vise à reduire les sous-réalisations d'un tel objectif, en affectant les budgets correspondants aux classes routières dont les objectifs sont loin d'être réalisés.

De la formule ci-dessus, on peut alors dégager la fonction d'objectif qui n'est autre qu'une minimisation des déviations pondérées entre targets et sous-réalisations de tel objectif, soit ;

$$\text{MIN} \quad z = \sum_{k \in K} \sum_{h \in H} w_{kh} \, \bar{d}_{kh}$$

où ;

w_{kh} = pondération ou pénaltie pour sous-réalisation de l'objectif k sur la route en classe h,

$\bar{d}_{kh}$ = sous-réalisation de l'objectif k sur la route de classe h,

Les contraintes définies dans ce modèle découlent des budgets disponibles au niveau central (gouvernement federal) et au niveau local. Habituellement, le gouvernement central n'intervient pas dans le financement de l'entretien courant des routes, mais il fournit une partie du financement de l'amélioration périodique des routes.

Deux contraintes seront donc liées aux budgets routiers de source centrale et de source locale, soit :

$$\sum_{i \in M_F} f_i \sum_{h \in H} C_{ih} \, x_{ih} \leq B_F$$

$$\sum_{i \in M_F} (1-f_i) \sum_{h \in H} C_{ih} \, x_{ih} + \sum_{i \in M_s} \sum_{h \in H} C_{ih} \, x_{ih} \leq B_s$$

où ;

f_i = proportion dans laquelle le gouvernement central (fédéral) contribue au financement de l'activité i (soit en pourcentage, soit ratio)

C_{ih} = coût d'aménagement de type i par km de route de classe h,

x_{ih} = longueur totale de route en classe h recevant une activité de type h,

B_F = fonds ou budgets totaux provenant de source central pour l'amélioration périodique de routes,

B_s = budgets totaux de source locale pour le financement des activités d'aménagement routier,

$i \; M_F$ = activités d'aménagement recevant des subventions du gouvernement central (federal matching grant).

Il est nécessaire d'ajouter une contrainte pour que la longueur totale de route recevant un budget donne ne dépasse pas celle qui a été considérée comme longueur nécessitant à améliorer ou à entretenir, soit :

$$x_{ih} \leq a_{ih} \, l_h$$

où ;

a_{ih} = section de route de classe h nécessitant une activité de type i,

l_h = longueur totale de route de classe h.

La solution du modèle nécessite un recours à la programmation multi-objective ou " goal-programming", en raison de multiplicité des objectifs dans ce modèle. Il faut rappeler que le principe general de cette aproche repose sur une minimisation des écarts entre les objectifs.

Deux types de solutions de base ont été beaucoup utilisées dans ce type de programmation. L'une minimise à la fois les écarts globaux entre les objectifs et l'autre minimise seulement l'écart maximum observé dans un objectif de l' ensemble. On pourra se rapporter à l'ouvrage de ZELENY fournissant une explication complète de la programmation multi-objectifs et de différents types de solutions proposées (M. ZELENY, 1982).

L'application du modèle de KANG HU et alii au programme d'aménagement routier à l'Etat d'Indiana (Etats-Unis) à la période de 1980 - 1981 , nous a permis de tirer les conclusions suivantes.

Le traitement commence par une formulation de six caractéristiques de la qualité de services des routes : type et condition de surface, ratio volume/capacité de trafics, vitesse moyenne à l'heure de pointe, largeur de plat-formes de la chaussée et largeur totale d'emprise.

Les activités d'aménagement considérées incluent remise en état de surface (resurfacing), élargissement de plat-formes, réconstruction, amélioration périodique et entretien. Six classes routières sont considérées; il s'agit des routes nationales interurbaines, routes nationales rurales, routes artériales primaires urbaines, routes artériales primaires rurales, routes artériales et collectrices urbaines et routes artériales et collectrices rurales.

Une étude sur l'impact macro-économique préparée parallèlement met au point trois scenarii reposant sur quatre facteurs ; hausse des prix des carburants, variation des taxes sur les carburants, croissance du transport de marchandises en tonnes kilométriques annuelles et tendances de croissance des revenus de ménages au vu du coût de la vie.

Les résultats de cette étude permettent de formuler les inter-relations entre le niveau de détérioration de routes et les quatre critères ci-dessus. Ils permettent aussi de constituer des targets minimaux pour chacune des activités

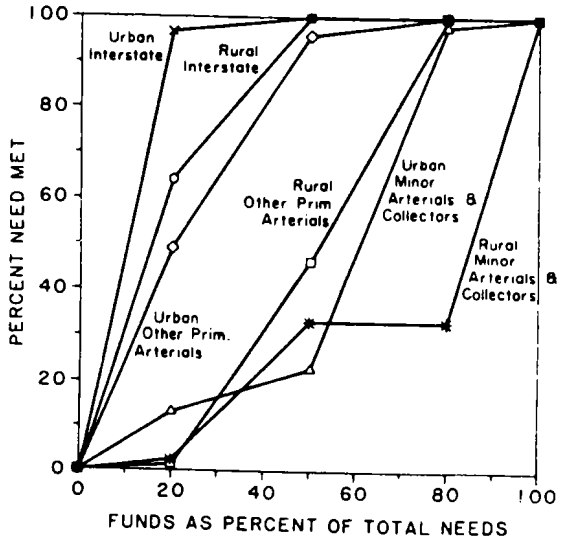


Figure A.1. Pourcentage de targets réalisés par catégorie de routes par rapport aux disponibilités budgétaires.

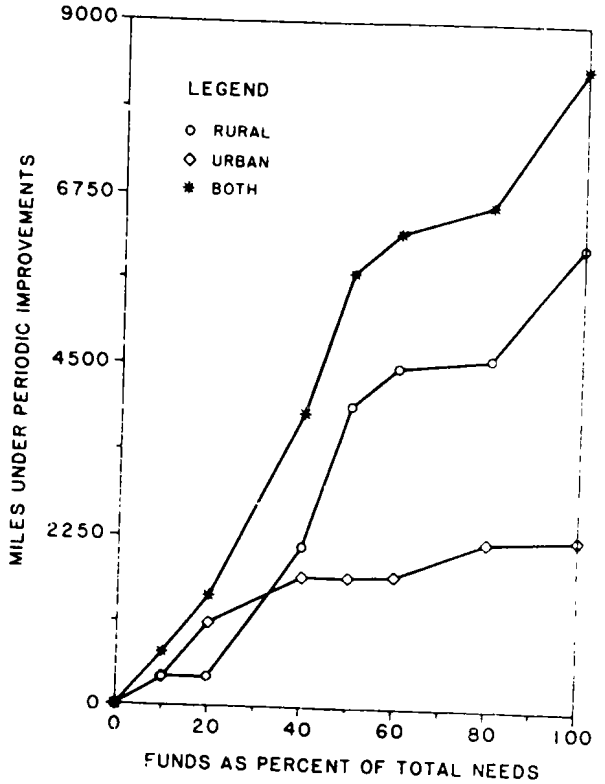


Figure A.2. Longueurs routières aménagées par rapport aux disponibilités budgétaires.

Source : KANG HU et alii, 1984.
(Colloque Route et Développement, ENPC, 1985)

d'aménagement sous forme de longueur routière à réaliser (kilometrage), correspondant à ces activités.

Les résultats de cette application permettent de donner des conclusions suivantes :

- le modèle privilégie une affectation de budgets aux activités les moins coûteuses telles que remise en état des surfaces et élargissement des plates-formes plutôt qu'à une réconstruction plus onéreuse,
- le modèle consacre des budgets plutôt aux réseaux de routes interurbaines, qui sont évidemment plus utilisés pour les transports de marchandises qu'aux routes rurales. Le niveau de financement par rapport au target correspondant pour les routes interurbaines peut atteindre 80 %. Pour les routes rurales ce niveau ne dépasse pas 67 %.
- pour ce qui est de l'impact macro-économique, le modèle consacre la plupart des budgets aux activités d'un coût eleve dans les périodes marquées par de forts prix de carburants et de faibles taxes et par une forte augmentation de tonnes kilométriques de transport de marchandises. Il est surprenant que les budgets privilègient les activités coûteuses dans les périodes de bas niveau de taxes sur les carburants. Par ailleurs, priorité est donnée aux travaux d'entretien pendant les périodes où variation des prix et augmentation de tonnes kilométriques de transport de marchandises sont moins élevées.

Notre interprétation sur ce modèle s'exprime au fait qu'il est plus influencé par la variable de transports de marchandises que d'autres variables.

En effet, affectation de budgets obtenue dans cette application est fonction de la variation des transports de marchandises.

Les figures suivantes illustrent la variation des targets réalisés par rapport aux budgets consacrés (Figures A.1. et A.2.).

A.1.2.1.2. Modèle d'optimisation multirégionale d'affectation des investissements de transports: Modèle de PRASTACOS et alii.

Un modèle traitant de l'affectation des investissements en infrastructures de transports en relation au développement économique régional a été mis au point par P.PRASTACOS et M.ROMANOS (1981).

Ce modèle repose sur l'hypothèse selon laquelle les investissements en infrastructures de transports notamment feraient partie intégrante de la demande totale en investissements dans tous les secteurs économiques de la région donnée. La demande d'investissements dans ce type

d'infrastructures est représentée par les variations de flux inter-régionaux de marchandises et elle est donc fonction des relations entre les secteurs de l'économie. Pour formuler cette demande, il faudra tenir compte des variations intersecteurs des demandes dans la région donnée.

Ce modèle procède ensuite à une optimisation de l'affectation des investissements en se fondant sur un niveau maximal de consommation régionale et de réduction des coûts de transports inter-régionaux de marchandises, avec pour contraintes les disponibilités de capital , de production, d'emploi, de budgets et de flux inter-régionaux dans la région concernée.

La solution du modèle analysé s'appuie sur la méthode de programmation dynamique, qui permet d'optimiser les investissements dans un cadre spatio-temporel.

Néanmoins, il apparaît, à certains stades, que la simplification de sous-modèles permet une linéarisation du problème et par là, il utilise une méthode de programmation linéaire.

La formulation de ce problème commence à la formulation des contraintes en présence. Si l'on considére qu'il y a :
- R régions à étudier dans le système économique en question,
- (N+1) secteurs économiques à considérer et le (N+1) ème est le secteur des transports interrégionaux. Ces (N+1) secteurs se répartissent en s(nat) ou secteurs d'économie nationale dans les régions données et S(rég), secteurs d'economie régionale. Le modèle considére le secteur de construction rélève du secteur d'économie régionale, en raison de certains facteurs de production non transportables qu'il utilise dans les régions données (par exemple ; les matériaux de construction).

Les contraintes considérées se formulent ensuite en :

1. Contrainte d'équilibre de production.

Elle assure, pour chaque secteur, une production au moins égale à la demande intérieure du pays (hypothèse du modèle). La demande porte sur les biens intermédiaires, des investissements destinés à accroître la capacité de production, consommation du gouvernement et des entreprises privées et exportations nettes

$$\sum_{r}^{R} X_{i}^{r} = \sum_{r}^{R} \left[\sum_{k}^{K} a_{ik}^{r} X_{k}^{r} + C_{i}^{r} + G_{i}^{r} + \sum_{k}^{K} b_{ik}^{r} I_{k}^{r} \right] + E_{i}^{-}$$

pour toutes i C S(nat)

$$X_j^r = \sum_k^K [\, a_{jk}^r X_k^r + C_j^r + G_j^{-r} + \sum_k^K b_{jk}^r I_k^r \,]$$

pour toutes j C S(reg).

Où ;

$X_{i \text{ ou } j}^r$ = production du secteur i ou j dans région r,

a_{ik}^r = coeficient de production , tiré de la TEI entre le secteur i et k,

C_i^r = demande de consommation des ménages pour le secteur i de la région r,

G_i^{-r} = consommation spécifique du gouvernement dans le secteur i de la région r,

b_{ik}^r = coefficient tiré de la matrice investissements/ production ; somme de biens de consommations intermédiaires produits par l'industrie i ,et demandés pour une unité d'expansion de produit du secteur k de la région r,

I_i^r = investissements dans le secteur i de la région r, et

E_i^- = exports nets du secteur i

i = 1,2,... M ; secteur national
j = 1,2,....N ; secteur régional.

Il est supposé que la construction d'infrastructure de transports s'inscrit dans le secteur régional. L'équation ci-dessus aura donc un signe additionnel égal aux dépenses d'infrastructure :

$$\sum_{l}^{L} P_l^r P_l$$

où ;

P_l = dépenses totales de construction d'une ligne l d'infrastructure étudiée,et

P_l^r = partie de dépenses de construction d'infrastructure l dans la région r.

2.Contrainte de capacité spécifiant la production pour chaque secteur i de chaque période t, est limitée par la capacité de production disponible. Celle-ci est égale à la capacité dépréciée de la période (t-1) plus les investissements dans la période précédente :

$$k_i^r X_{i,t}^r - K_{i,t-1}^r (1 - u_i) + I_{i,t-1}^r$$

où ;

k_i^r = ratio capital/ production du secteur i dans la région r,

$K_{i,t}^r$ = capacité de production disponible du secteur i dans la région r, et dans la période t,

u_i = taux annuel de dépréciation de la capacité du secteur i.

3. Contrainte de main d'oeuvre assurant une demande totale ne dépassant pas la capacité. La demande est déterminée à l'aide du coefficient de main d'oeuvre par production pour chaque secteur considéré. Cette contrainte a pour formule :

$$\sum_i l_{ik}^r X_i^r - L_k^r$$

où ;

l_{ik}^r = coefficient de main d'oeuvre /output pour la profession k du secteur i de la région r,

L_k^r = capacité en effectifs de main d'oeuvre de profession k dans la région r.

4. Contrainte locationnelle ou spatiale des facteurs fixes de production limitant la localisation des secteurs à cause de certains facteurs de production qui ne sont pas transportables, par exemple, les gisements de mines et le terrain agricole. Cette contrainte se mesure par l'indice de localisation, soit :

$$f_{i,1}^{-r} X_{i,t-1}^r - X_{i,t}^r - f_{i,2}^r X_{i,t-1}^r$$

où ;

$f_{i,1}^-$ et $f_{i,2}^-$ = marges minimales et maximales de l'indice de localisation du secteur i de la région r entre les périodes t-1 et t.

5. Contrainte de revenus et de consommations régionales dont les niveaux doivent être augmentés après l'insertion de l'investissement dans le modèle de PRASTACOS. Celui-ci cherche à formuler la relation existant entre la production régionale, les revenus engendrés et les dépenses des ménages. Les revenus totaux régionaux sont considérés comme la somme

de valeurs ajoutées plus les revenus provenant d'autres sources (tourisme, versement de l'extérieur):

$$Y_d^r = d^r Y^r = \sum_i V_i^r X_i^r + Y_{ex}^r \quad \text{pour r regions}$$

où ;

V_i^r = coefficient de valeur ajoutée du secteur i dans la région r,

Y_d^r = revenus disponibles dans la région r,

Y_{ex}^r = revenus issue d'autres sources de la région r,

Y^r = revenus totaux engendrés dans la région r,

d^r = coefficient de disponibilité de revenus dans la région r.

Pour définir une contrainte de consommation des ménages par référence à leurs revenus, le modèle propose une linéarisation de la courbe des revenus et de la consommation de la région donnee. A partir de cette linéarisation, la contrainte correspondante se formule comme suit :

$$Y_d^r \geq \sum_i w_{i,k}^r \bar{Y}_{d,k}$$

Où ;

$\bar{Y}_{d,k}$ = marge superieure de la courbe de fonction de consommation des ménages par rapport aux revenus pour une somme donnés.

$w_{d,k}^r$ = valeur entre 0 et 1; coefficient de la fonction de consommation du secteur i dans l'intervale de revenus k dans la région r, ou première dérivée de la fonction de consommation des ménages par rapport aux revenus.

6. Contrainte de disponibilité de l'épargne par rapport aux investissements assurant une offre de capital excédant la demande d'investissements. Les investissements ne doivent pas être supérieurs au montant d'épargne régionale disponible. La formule en est :

$$\sum_{r}^{R} (Y^{r} - Y_{d}^{r} - T^{-r}) + \sum_{i}^{N}\sum_{r}^{R} K_{i,t-1}^{r} (1-u_{i}) + \bar{F} > \sum_{-i}^{N}\sum_{r}^{R} I_{i}^{r}$$

Où ;

T^{-r} = taxes totales pour la région r,

$\bar{F}$ = surplus provenant de l'echange extérieur,

les autres symboles sont les mêmes que précédemment.

7. Contrainte de disponibilite des stocks de capital à la fin de période de réalisation des investissements. Elle est introduite pour garantir la disponibilité de capital ou pour éviter des stocks de capital nuls. Pour cela, le modèle a introduit le stock minimal de capital assuré à la fin de période d'investissements, soit :

$$\sum_{r} I_{i,T}^{r} > \bar{I}_{i,T}$$

où ;

$\bar{I}_{i,T}$ = investissements totaux du secteur i à la période T pour toutes les régions(=R), déterminés par l'utilisateur.

8. Contrainte d'équite régionale reflètant les objectifs de la politique de développement régional en termes de disparité régionale. Ce problème peut être traité en fonction de l'objectif de croissance pour la production des régions défavorisées, soit :

$$Y^{r} > Y_{-lb}^{-r}$$

où :

Y_{-lb}^{-r} = niveau de production régionale souhaité pour la région r et déterminé par la politique de développement régional,

Y^{r} = production totale de la région r.

La politique de lutte contre les disparités régionales peut être déterminée par objectif d'abaissement du taux de chômage dans les régions défavorisées, soit :

$$\sum_{k} L_{k}^{K} - \sum_{k} l_{ik} . X_{k}^{K} < L_{-cho}^{r}$$

où ;

L^r_k = quantité de main d'oeuvre de profession k de la région r,

l^r_k = coefficient de main d'oeuvre/production pour la profession k du secteur i,dans la région r,

X^r_i = production du secteur i dans la région r,

$L^{-r}_{chô.}$ = quantité de chômage tolerée par la politique d'emploi de la région r.

9. Contrainte de spécialisation des flux de marchandises, mesurant les interactions entre les differentes zones et peut être interprétée comme indicateur de variation des flux de marchandises. La formule de cette contrainte est :

$$-\sum_{r,m} \frac{X^{rm}_i}{X^{**}_i} \ln \frac{X^{rm}_i}{X^{**}_i} > -H^{-o}_i$$

où ;

X^{rm}_i = flux de produits du secteur i de la région r, à la région m,

X^{**}_i = somme des produits i dans toutes les régions,

H^{-o}_i = éntropie mesurant les interactions entre les régions liées au produit i.
Elle est exprimée en flux de produits i entre ces régions à l'année de référence, et déterminée par l'utilisateur.

10. Contrainte de la disponibilité des budgets d'investissements. Elle exige que les coûts d'amenagement d'une section d'infrastructures ne dépassent pas les budgets disponibles à la période déterminée, soit :

$$\sum_{l}^{L} P_{l,t} < \bar{B}_t$$

où ;

$P_{l,t}$ = coûts ou dépenses d'aménagement de la section d'infrastructure l à la période t,

$\bar{B}_t$ = budgets totaux d'aménagement des infrastructures de transports dans les régions à la période t.

Le modèle a retenu une fonction d'objectif en s'appuyant sur une maximisation de la consommation régionale. Cet objectif comporte toutefois un risque lorsque l'augmentation de la consommation régionale n'est pas suivie d'une augmentation de la productivite régionale. Pour levèr ce problème, le modèle précise une fonction d'objectif fournissant une maximisation tant de la consommation que des investissements (capital) .Un autre objectif peut s'y ajouter pour minimiser les coûts de transports interrégionaux de marchandises.

La fonction d'objectif du modèle PRASTACOS se formule donc en :

$$MAX \quad Z = y_1 \sum_{i,r,t} \left(C^r_{i,t} + I^r_{i,t} \right) - y_2 \sum_{r,m,l,t} a_l \left(c_{i,l} + ht_{i,l} \right) X^{rm}_{i,t}$$

où ;

$c_{i,l}$ = unité de coût de transport des produits i dans la section l

$t_{i,l}$ = temps de transport des produits i dans la section l

h = valeur du temps

y_1, y_2 = pondérations concernant l'ordre de grandeur de ces objectifs intégrés

$C^r_{i,t}$ = consommation régionale du produit i dans la région r, à la période t,

$I^r_{i,t}$ = investissements de production du produit i dans la région r,à la période t,

$X^{rm}_{i,t}$ = production du secteur i dans la région r,destiné à la région m,à la période t

La solution proposée par le modèle PRASTACOS est plus complexe que sa structure précédemment citee. Nous ne viserons, dans ce cas, qu'à présenter le principe général de solution de ce modèle plutôt que le mode de calcul utilisé.

Le modèle divise le processus d'optimisation en trois étapes :
- optimisation des production, consommation et investisements

optimale de budgets de transports à tous les secteurs, y compris celui des infrastructures,
- la troisième étape reprend les résultats de la deuxième étape pour traiter de l'affectation optimale de budgets d'infrastructures aux sections considérées. Pour cela, elle prend en compte les flux de transport interrégionaux de marchandises engendrés, qui sont issus de la relation inter-secteur définie dans les première et deuxième étapes. De la troisième étape se deduit enfin le financement des sections assurant les flux obtenus.

Malgre sa complexité qu'il comporte, le modèle de PRASTACOS présente des particularités intéressantes permettant de structurer la relation inter-secteur au système économique donne.

Le modèle constitue un des développements les plus récents en matière d'affectation d'investissements de transports en se référant au développement économique régional.

A.1.2.2. Modèles de choix d'investissements par analyse multi-critère : exemple indonésien.

L'Indonésie a aussi adopté une analyse multi-critère dans la programmation des routes rurales. Ce type d'analyse se justifie par le fait que les routes rurales représentent environ 70 % de tout le réseau routier indonésien et les renseignements concernant leurs caractéristiques techniques et leurs qualités de services sont insuffisances.

L'analyse multi-critère a été choisi par une équipe du Ministère des Travaux Publics pour programmer cette catégorie de routes sous une condition d'insuffisance de donnees et de restrictions budgétaires par rapport au nombre de sections à aménager.

Cette équipe a mis au point une analyse de ce type du nom d'indice de priorité des transports ou Transport Priority Index (HENDRAKA et HERMAN L., 1979).

Cette méthode établit un rapport entre les indicateurs de la demande en transports et ceux qui indiquent le niveau de qualité des services sur une section donnée. Le rapport le plus élevé indique un plus haut degré de priorité d'aménagement pour une section donnée.

Les indicateurs de demande en transports comprennet les critères suivants :
- croissance annuelle du volume de trafic moyen journalier,
- densité de population dans les régions concernées,
- effets favorables sur le développement social des régions concernées,

- importance du champ d'influence de la section donnée,
- classe de la section donnée dans le réseau global reposant sur la classification par fonction routière de zone rurale (route collectrice principale ou secondaire et route locale ou de service),

Le dénominateur de cette indice contient les indicateurs de niveau de qualité des services sur la section donnee. Ces indicateurs comprennent :
- longueur de section donnée,
- type de surface,
- état de surfaces,
- alignement des routes par rapport au terrain,
- profil en travers,
- stabilité de chaussee par rapport aux conditions de drainage et,
- état des ouvrages d'art et des équipement routiers (pont, passages, dispositifs de signalisation, de sécurité).

Tous les indicateurs sont mesurés par un scores croissant ou décroissant. Celui-ci est aussi déterminé arbitrairement.

Le calcul de cette indice se formule en :

$$IPT_p = \frac{\text{indicateur de demande en transport}}{\text{indicateur de niveau de qualité des services.}} \times 100.$$

où ; IPT_p = indice de priorité des transports du projet p.

Des sommes élevées d'indicateurs de demande de transport indiquent une priorité d'aménagement sur la section considérée. En revanche, une somme très élevée d'indicateurs de qualité de service peut donc diminuer le niveau de priorité de l'aménagement considéré.

L'application de cette indice à la programmation de routes rurales nous a permis de tirer quelques conclusions concernant le fonctionnement et la performance de la formule en question.

Il nous semble que cette indice favorise plutôt les sections de routes rurales en qualité moins suffisante dans les régions développées que les sections de routes nécessitant un aménagement dans les régions moins développées.

Par conséquent, les routes dans les régions moins développées bénéficient peu de priorité d'aménagement, si elles sont déterminées à l'aide de cette indice.

Cette conséquence vient du fait que les scores d'indicateurs de demande de transports ne sont pas en équivalence aux scores d'indicateurs de niveau de qualité des services. Il faudra alors appliquer plusieurs scores, afin de choisir une combinaison la plus optimale entre les sections à aménager dans les régions développées et dans les régions moins développées.

ANNEXE 2. TABLEAUX ET FIGURES DES RESULTATS D'APPLICATION DE LA PROCEDURE AFFINAE AU CAS TRAITE

Tableaux des résultats d'application
de la procédure AFFINAE au cas traité .

Tableau A.2.1.

Niveaux de services d'infrastructures de routes locales par district de la période 1980 à 1985.

No.	District	niveaux de services de routes locales par période (x0,001 km/km2-uvp)				
		1980/81	1981/82	1982/83	1983/84	1984/85
1	Pacitan	1,5	2,0	2,1	2,0	2,0
2	Ponorogo	1,6	0,8	0,9	1,8	1,8
3	Trenggalek	3,5	1,6	1,7	1,0	1,3
4	Tulung Agung	1,5	1,6	1,5	1,2	1,6
5	Blitar	0,48	0,6	0,8	1,4	1,4
6	Kediri	2,0	1,8	0,2	1,5	1,5
7	Malang	0,22	0,4	2,0	1,3	1,4
8	Lumajang	0,55	1,0	0,7	1,4	1,8
9	Jember	0,5	0,6	1,5	1,8	1,8
10	Banyuwangi	0,5	0,5	0,8	1,4	1,7
11	Bondowoso	0,6	0,4	0,6	1,4	1,6
12	Situbondo	0,7	1,0	0,9	1,2	1,8
13	Probolinngo	1,2	1,3	1,6	1,4	1,7
14	Pasuruan	0,2	0,3	0,6	1,3	1,9
15	Sidoarjo	0,15	0,5	0,76	1,26	1,56
16	Mojokerto	0,5	0,7	0,9	1,7	1,7
17	Jombang	0,7	0,7	0,8	0,8	1,8
18	Nganjuk	0,6	0,5	0,6	0,8	1,6
19	Madiun	0,6	0,8	0,6	0,9	1,9
20	Magetan	0,7	1,0	0,8	0,6	1,6
21	Ngawi	0,6	0,9	1,3	1,8	1,8
22	Bojonegoro	0,85	0,80	1,2	1,4	1,6
23	Tuban	0,8	0,85	1,4	1,3	1,5
24	Lamongan	1,38	1,5	1,7	1,9	1,9
25	Gresik	0,55	1,0	1,4	1,4	1,7
26	Bangkalan	1,04	1,5	1,7	2,0	2,0
27	Sampang	1,41	1,6	2,0	2,0	2,0
28	Pamekasan	2,32	2,5	2,3	2,5	2,2
29	Sumenep	0,8	1,0	1,3	1,6	1,9
	moyennne provinciale	0,96	1,02	1,2	1,45	1,79
	degré de disparité régionale des niveaux de services (x 0,1)	9,679	9,670	9,666	9,660	9,650

Source : annexe 2.

Tableau A.2.2.

Targets optimaux d'aménagement de type de renforcement de voie (résultats du programme OPTAR) dans les districts concernes. pour la période de 1980 à 1985.

No.	District	targets optimaux en km de longueur. de sections à aménager par période.				
		1980/81	1981/82	1982/83	1983/84	1984/85
1	Pacitan	46	66	37	28	15
2	Ponorogo	35	40	39	23	14
3	Trenggalek	19	72	34	30	22
4	Tulung Agung	84	64	40	29	10
5	Blitar	19	32	22	26	20
6	Kediri	14	55	41	24	20
7	Malang	43	41	32	35	27
8	Lumajang	70	9	21	21	11
9	Jember	19	14	13	14	11
10	Banyuwangi	22	8	12	8	9
11	Bondowoso	20	28	18	10	13
12	Situbondo	44	37	27	18	8
13	Probolinngo	40	42	14	7	11
14	Pasuruan	54	28	13	6	5
15	Sidoarjo	51	62	39	20	14
16	Mojokerto	114	26	19	14	19
17	Jombang	23	32	33	28	22
18	Nganjuk	100	68	55	52	23
19	Madiun	95	42	16	18	15
20	Magetan	43	37	35	26	21
21	Ngawi	56	34	25	13	12
22	Bojonegoro	22	30	17	5	8
23	Tuban	16	24	18	8	7
24	Lamongan	70	19	20	24	23
25	Gresik	107	60	62	48	22
26	Bangkalan	15	20	24	23	15
27	Sampang	28	16	21	8	10
28	Pamekasan	19	20	31	11	15
29	Sumenep	18	25	14	7	9
	total provincial	1306	1051	791	586	433

Tableau A.2.3.

Targets optimaux d'aménagement de type d'amélioration de voie (résultats du programme OPTAR) dans les districts concernés. pour la période de 1980 à 1985.

No.	District	targets optimaux en km de longueur. de sections à amenager par periode.				
		1980/81	1981/82	1982/83	1983/84	1984/85
1	Pacitan	23	26	26	32	17
2	Ponorogo	19	21	19	15	10
3	Trenggalek	14	38	41	32	24
4	Tulung Agung	56	32	28	31	11
5	Blitar	20	26	21	20	16
6	Kediri	8	32	19	28	23
7	Malang	54	27	38	33	25
8	Lumajang	59	12	15	21	11
9	Jember	20	18	16	18	14
10	Banyuwangi	32	12	15	9	10
11	Bondowoso	29	15	14	11	15
12	Situbondo	53	33	38	29	13
13	Probolinngo	20	14	29	14	21
14	Pasuruan	60	36	21	12	12
15	Sidoarjo	30	31	30	20	14
16	Mojokerto	79	16	20	14	19
17	Jombang	71	46	69	39	30
18	Nganjuk	38	16	43	50	22
19	Madiun	57	25	21	25	21
20	Magetan	24	11	32	26	21
21	Ngawi	95	78	68	29	26
22	Bojonegoro	37	32	62	19	33
23	Tuban	37	51	49	14	13
24	Lamongan	26	28	12	18	17
25	Gresik	61	33	62	44	20
26	Bangkalan	11	14	22	20	13
27	Sampang	12	6	17	11	13
28	Pamekasan	8	8	20	10	14
29	Sumenep	24	33	26	21	24
	total provincial	1007	770	894	662	520

Tableau A.2.4.

Targets optimaux d'investissements de type de renforcement de voie (résultats du programme OPTAR) dans les districts concernes. pour la période de 1980 à 1985.

No.	District	targets optimaux d'investissements, en millions Rps. par periode.				
		1980/81	1981/82	1982/83	1983/84	1984/85
1	Pacitan	1350,00	1730,52	855,43	589,64	280,88
2	Ponorogo	1111,95	1134,4	998,68	515,64	290,87
3	Trenggalek	590,14	1996,56	835,61	658,09	436,10
4	Tulung Agung	2827,44	1923,2	1076,43	704,52	220,24
5	Blitar	518,32	779,20	486,13	500,20	349,64
6	Kediri	413,70	1451,45	961,35	514,33	379,87
7	Malang	1225,93	1043,45	731,69	717,63	490,15
8	Lumajang	2380	273,24	556,24	508,42	237,86
9	Jember	581,4	382,48	318,33	299,78	209,18
10	Banyuwangi	578,6	187,84	260,38	146,42	146,16
11	Bondowoso	489	611,24	355,52	175,48	208,97
12	Situbondo	1422,52	1067,82	703,46	411,04	164,03
13	Probolinngo	1007,2	944,16	276,18	128	174,20
14	Pasuruan	1883,52	871,92	349,77	143,04	120,66
15	Sidoarjo	1722,27	1869,30	1040,17	490,48	306,65
16	Mojokerto	3773,4	768,30	504,2	329,9	399,89
17	Jombang	564,19	700,80	638,23	491,44	340,67
18	Nganjuk	2874,00	1744,88	1257,34	1054,02	419,44
19	Madiun	2364,55	933,24	315,64	320,01	239,29
20	Magetan	1239,26	952,01	800,39	533,48	384,85
21	Ngawi	1454,32	788,12	519,69	248,44	200,76
22	Bojonegoro	670,34	816,00	422,09	104,11	158,86
23	Tuban	527,36	706,08	475,19	190,97	155,06
24	Lamongan	2408	583,49	544,01	596,57	507,46
25	Gresik	2393,59	1855,20	1711,64	1179,6	480,98
26	Bangkalan	451,65	537,60	574,08	497,73	289,48
27	Sampang	862,40	440	522,50	183,33	198,22
28	Pamekasan	506,54	476	650,25	207,25	255,63
29	Sumenep	590,58	732,25	355,66	170,04	178,99
	total provincial	37059,9	28300,7	19096,3	12609,6	8225,06

-note : en valeur actuelle de la période correspondante.

Tableau A.2.5.

Targets optimaux d'investissements de type d'amélioration de voie (résultats du programme OPTAR) dans les districts concernés. pour la période de 1980 à 1985.

No.	District	targets optimaux d'investissements, en millions Rps. par periode.				
		1980/81	1981/82	1982/83	1983/84	1984/85
1	Pacitan	443,44	449,8	408,71	438,71	208,98
2	Ponorogo	338,58	334,11	263,65	192,85	108,79
3	Trenggalek	253,4	614,08	595,18	415,47	275,32
4	Tulung Agung	1278,48	652,16	507,32	497,31	155,46
5	Blitar	367,40	426,40	302,23	264,7	185,03
6	Kediri	240,88	503,04	269,49	345,49	255,17
7	Malang	944,46	421,47	526,84	406,31	277,51
8	Lumajang	1073,8	195	224,60	272,13	127,31
9	Jember	388,4	312,12	246,94	252,22	175,99
10	Banyuwangi	602,56	201,72	218,83	123,06	122,84
11	Bondowoso	492,42	227,40	186,25	132,02	157,21
12	Situbondo	940,22	522,72	533,19	368,08	146,89
13	Probolinngo	366,40	228,90	426,85	180,71	245,95
14	Pasuruan	1121,40	600,48	319,01	162,81	137,34
15	Sidoarjo	640,50	590,86	516,66	297,91	186,26
16	Mojokerto	1437,01	259,84	288,40	181,31	219,77
17	Jombang	1439,88	832,60	1120,91	560,90	388,81
18	Nganjuk	614,46	230,88	555,56	569,49	226,62
19	Madiun	1223,79	479	360,79	381,06	284,94
20	Magetan	463,2	189,53	494,75	357,24	257,71
21	Ngawi	1655,85	1213,68	943,19	354,38	286,37
22	Bojonegoro	676,73	520,96	895,69	249,26	380,33
23	Tuban	693,38	853,23	730,59	184,91	150,14
24	Lamongan	518,96	498,96	193,47	250,67	213,23
25	Gresik	1364,57	659,01	1105,48	703,25	286,75
26	Bangkalan	418,57	248,36	349,73	279,82	162,74
27	Sampang	248,28	110,82	275,73	156,72	169,44
28	Pamekasan	266,24	148,40	337,87	149,11	183,91
29	Sumenep	461,76	566,61	404,72	283,7	298,64
	total provincial	20793,6	13092,2	13602,6	9011,59	6275,49

-note : en valeur actuelle de la période correspondante.

Tableau A.2.6.

Affectation optimale des budgets d'aménagement de renforcement de voie (résultats du programme OPTREG) dans les districts concernés. pour la période de 1980 à 1985.

No.	District	affectation optimale des budgets dans les districts (x1millions Rps.) en:				
		1980/81	1981/82	1982/83	1983/84	1984/85
1	Pacitan	83,45	166,10	105,88	113,92	94,93
2	Ponorogo	69,69	108,87	123,61	99,62	98,35
3	Trenggalek	41,01	191,64	103,43	127,14	147,91
4	Tulung Agung	170,82	184,6	133,24	136,11	74,16
5	Blitar	37,48	74,77	60,17	96,64	118,42
6	Kediri	32,81	139,31	118,99	99,37	128,74
7	Malang	76,25	100,14	90,57	138,64	166,33
8	Lumajang	144,19	26,16	68,85	98,22	80,2
9	Jember	40,57	36,66	39,39	57,91	70,36
10	Banyuwangi	40,43	19,86	32,22	28,28	48,60
11	Bondowoso	36,10	58,64	44	33,90	70,29
12	Situbondo	87,68	102,48	87,07	79,41	54,80
13	Probolinngo	63,71	90,61	34,18	24,72	58,31
14	Pasuruan	114,77	83,67	43,29	27,63	39,70
15	Sidoarjo	105,26	179,42	128,75	94,76	103,74
16	Mojokerto	227,28	73,72	62,40	63,73	135,56
17	Jombang	39,71	67,24	79	94,94	115,36
18	Nganjuk	173,59	167,48	155,63	203,64	142,23
19	Madiun	143,27	89,56	39,06	61,82	80,69
20	Magetan	77,02	91,36	99,07	103,07	130,44
21	Ngawi	89,53	75,63	64,32	47,99	67,47
22	Bojonegoro	45,15	78,3	52,24	20,10	53,01
23	Tuban	37,91	67,75	58,81	36,89	51,69
24	Lamongan	145,85	55,98	67,33	115,26	172,22
25	Gresik	145	178,07	211,87	227,90	163,20
26	Bangkalan	34,42	51,57	71,06	96,16	97,87
27	Sampang	55,58	42,19	64,67	35,41	66,59
28	Pamekasan	36,92	45,65	80,48	40,04	86,29
29	Sumenep	41,03	70,26	44,02	32,85	59,97
	total provincial	2436,48	2717,70	2363,60	2436,07	2777,44

-note : en valeur actuelle de la période correspondante.

Tableau A.2.7.

Affectation optimale des budgets d'amenagement d'amélioration de voie (résultats du programme OPTREG) dans les districts concernés pour la période de 1980 à 1985.

No.	District	affectation optimale des budgets dans les districts (x1 millions Rps.) en:				
		1980/81	1981/82	1982/83	1983/84	1984/85
1	Pacitan	34,06	43,13	50,58	84,76	70,29
2	Ponorogo	30,08	32,01	32,62	37,25	35,52
3	Trenggalek	28,25	58,91	73,67	80,27	93,03
4	Tulung Agung	79,29	62,57	62,79	96,08	51,83
5	Blitar	31,04	40,88	37,40	51,14	62,05
6	Kediri	31,92	48,25	33,35	66,75	86,13
7	Malang	60,17	40,41	65,21	78,50	93,78
8	Lumajang	67,51	18,62	27,79	52,27	42,03
9	Jember	31,82	29,90	30,56	48,72	58,93
10	Banyuwangi	41,64	19,26	27,07	23,77	43,68
11	Bondowoso	36,26	21,74	23,04	25,50	40,47
12	Situbondo	59,93	50,14	65,99	71,11	52,44
13	Probolinggo	31,01	21,89	52,71	34,91	48,86
14	Pasuruan	70,23	57,61	39,48	31,45	82,98
15	Sidoarjo	43,59	56,68	63,95	57,55	45,45
16	Mojokerto	88,52	24,87	35,69	35,02	62,47
17	Jombang	88,69	79,90	138,74	108,26	74
18	Nganjuk	42,25	22,08	68,76	110,02	131,79
19	Madiun	76,13	45,44	44,65	73,62	76,35
20	Magetan	34,93	18,09	61,23	69,02	96,32
21	Ngawi	101,35	116,48	116,75	68,46	87
22	Bojonegoro	45,49	49,97	110,87	48,15	96,81
23	Tuban	46,37	81,88	90,43	35,72	128,89
24	Lamongan	37,51	47,86	23,93	48,43	49,99
25	Gresik	84,30	63,23	136,83	135,87	71,75
26	Bangkalan	28,24	23,76	43,28	54,06	96,94
27	Sampang	28,21	20,14	34,12	30,27	54,35
28	Pamekasan	29,86	23,76	41,81	28,80	56,67
29	Sumenep	34,87	54,35	50,09	54,81	61,66
	total provincial	1442,82	1273,30	1683,21	1740,90	2052,52

Note : en valeur actuelle de la période correspondante.

Tableau A.2.8.

Répartition optimale de longueurs des sections de routes locales à renforcer(a) et à améliorer (b) (résultats du programme OPTSEC) dans les districts concernés pour la période de 1980 à 1985.

No.	District	repartition optimale de longueurs de routes locales par district (km)									
		1980/81		1981/82		1982/83		1983/84		1984/85	
		a	b	a	b	a	b	a	b	a	b
1	Pacitan	2	1	5	2	6	3	7	5	7	5
2	Ponorogo	2	1	3	2	4	3	4	3	4	4
3	Trenggalek	2	2	8	3	3	5	8	4	10	8
4	Tulung Agung	4	3	5	3	5	3	5	6	3	5
5	Blitar	1	2	3	3	3	2	4	4	9	6
6	Kediri	1	2	4	3	4	3	4	6	5	8
7	Malang	3	4	5	3	5	4	9	6	12	10
8	Lumajang	4	3	1	1	3	2	4	4	4	4
9	Jember	2	2	1	1	2	2	4	4	3	5
10	Banyuwangi	2	2	1	1	2	2	2	2	3	4
11	Bondowoso	1	2	2	2	3	2	2	2	5	6
12	Situbondo	2	3	3	3	3	5	3	6	3	5
13	Probolinggo	3	2	4	1	2	4	2	3	4	5
14	Pasuruan	3	3	2	3	2	3	1	2	2	8
15	Sidoarjo	3	5	5	3	4	5	3	5	4	4
16	Mojokerto	8	5	3	2	3	3	4	3	9	6
17	Jombang	2	2	3	5	4	11	6	9	8	7
18	Nganjuk	4	6	7	1	9	6	13	9	10	12
19	Madiun	6	2	4	3	2	3	4	4	6	7
20	Magetan	2	2	4	1	6	4	6	5	9	8
21	Ngawi	3	6	3	6	4	9	3	6	5	8
22	Bojonegoro	2	2	3	3	3	8	1	4	3	9
23	Tuban	1	2	2	5	2	7	2	3	2	10
24	Lamongan	4	2	2	3	2	2	5	3	8	3
25	Gresik	5	5	8	4	7	11	9	6	7	7
26	Bangkalan	1	2	2	1	4	3	6	4	6	8
27	Sampang	1	2	1	1	2	3	2	2	3	5
28	Pamekasan	2	1	2	1	4	3	3	2	6	5
29	Sumenep	2	2	3	3	2	4	2	4	4	6
	longueur total	78	76	99	73	105	125	128	126	164	188

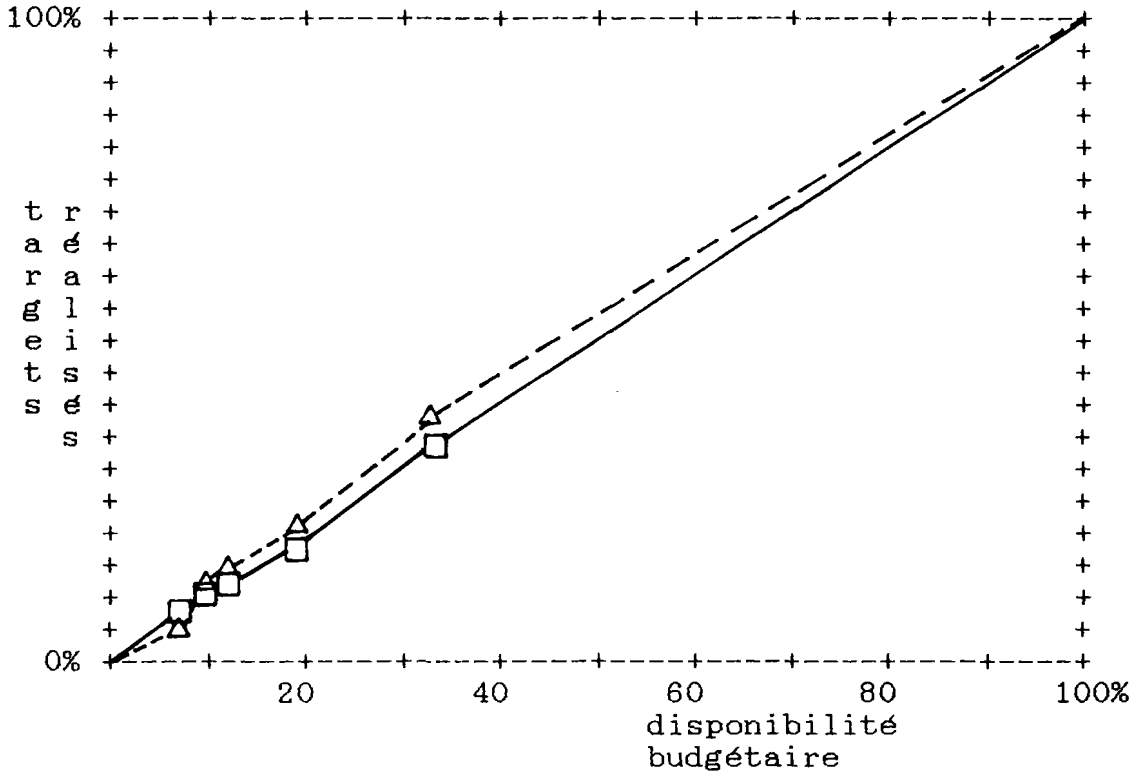
- note : a = longueur de routes locales à renforcer.
b = longueur de routes locales à améliorer.

FIGURES/GRAPHIQUES
DE DISPONIBILITE BUDGETAIRES
COMPAREES AUX TARGETS REALISES
DANS LES DISTRICTS

Figure A.2.1.

Disponibilité budgétaire
et targets réalisés par district

District : Pacitan (01).



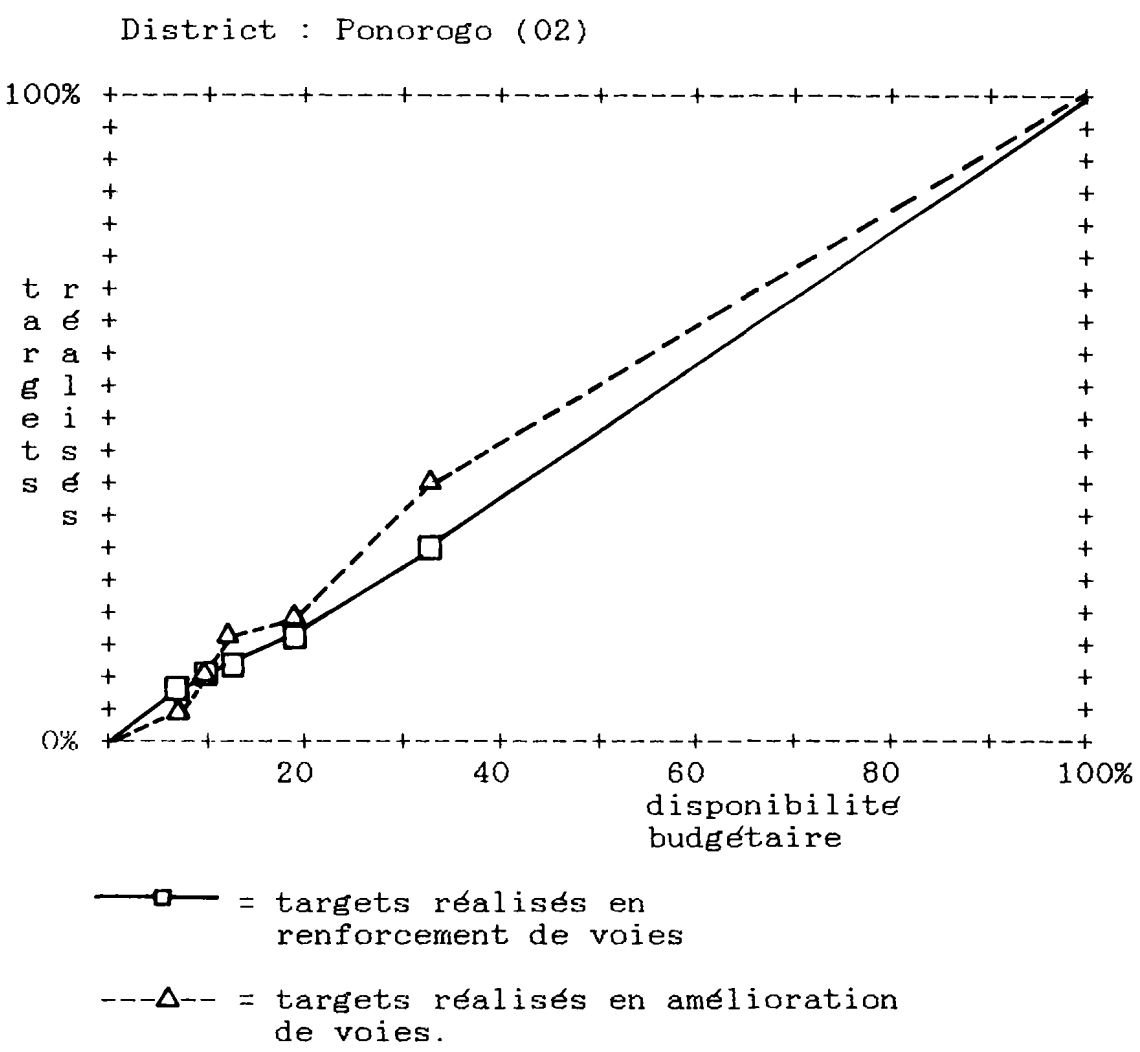
—□— = targets réalisés en renforcement de voies

---△-- = targets réalisés en amélioration de voies.

source : Tableaux 5.17.; A.2.6.;A.2.7.

Figure A.2.2.

Disponibilité budgétaire
et targets réalisés par district

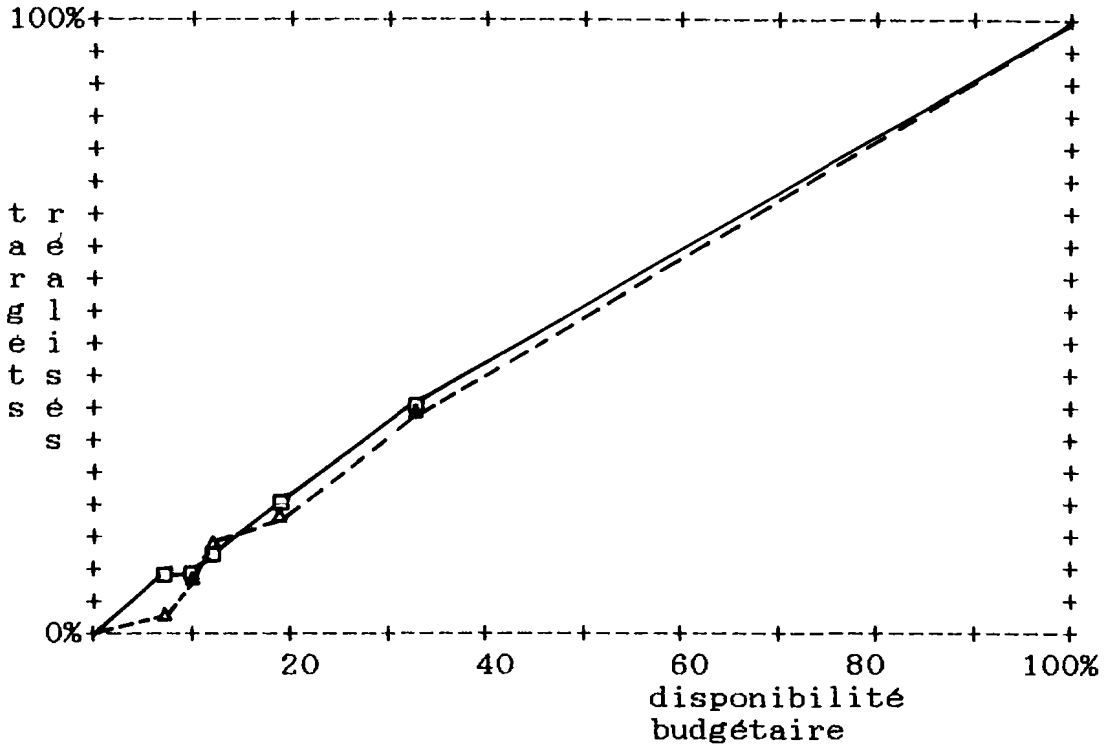


source : Tableaux 5.17.; A.2.6.;A.2.7.

Figure A.2.3.

Disponibilité budgétaire
et targets réalisés par district

District : Trenggalek (03)



—□— = targets réalisés en renforcement de voies

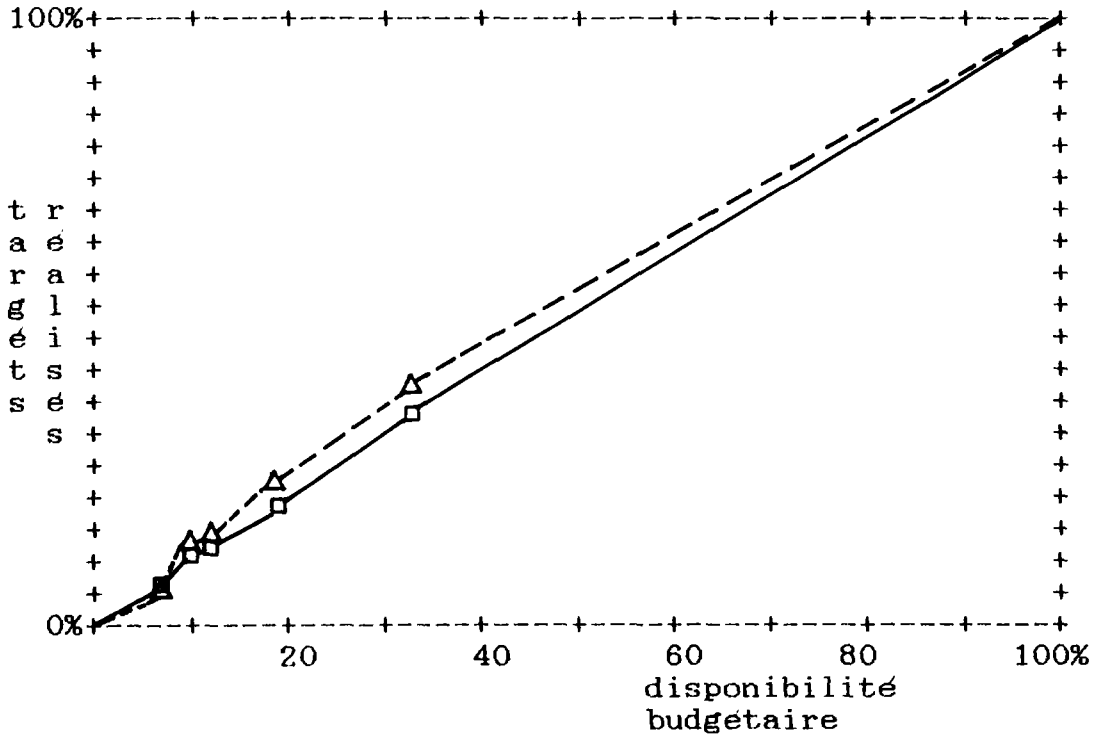
---Δ-- = targets réalisés en amélioration de voies.

source : Tableaux 5.17.; A.2.6.;A.2.7.

Figure A.2.4.

Disponibilite budgétaire
et targets réalisés par district

District : Tulung Agung (04)



—□— = targets réalisés en renforcement de voies

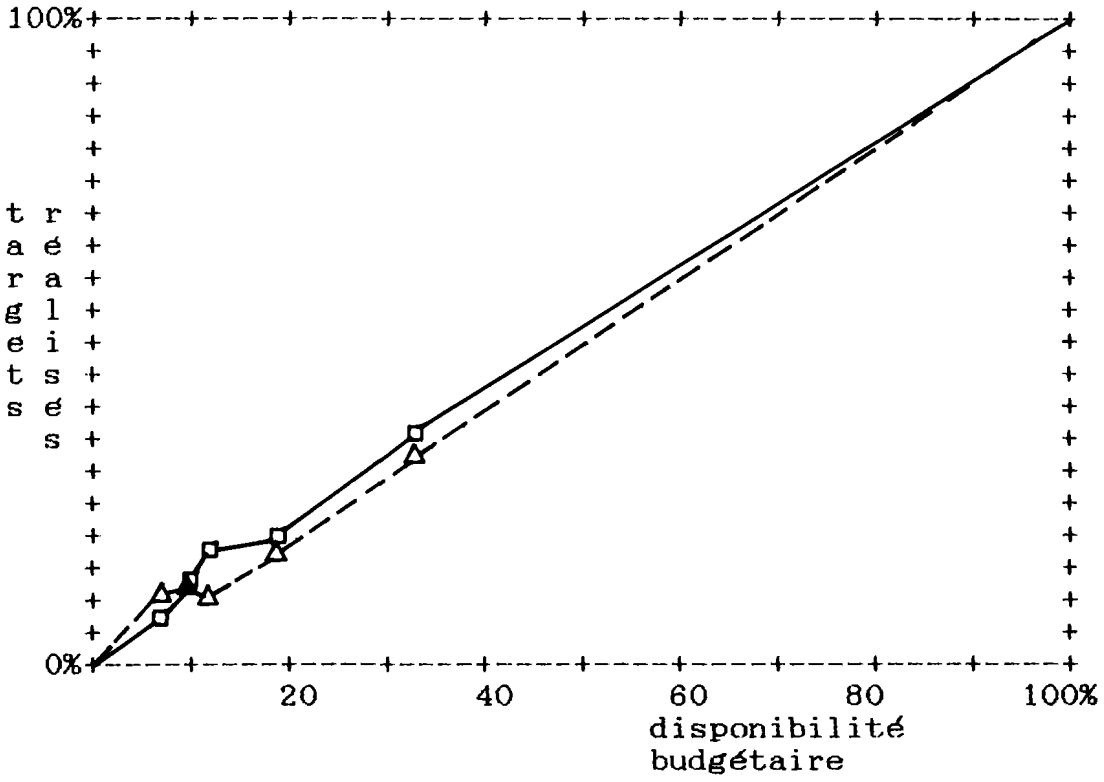
---△-- = targets réalisés en amélioration de voies.

source : Tableaux 5.17.; A.2.6.;A.2.7.

Figure A.2.5.

Disponibilité budgétaire
et targets réalisés par district

District : Blitar (05)



—□— = targets réalisés en renforcement de voies

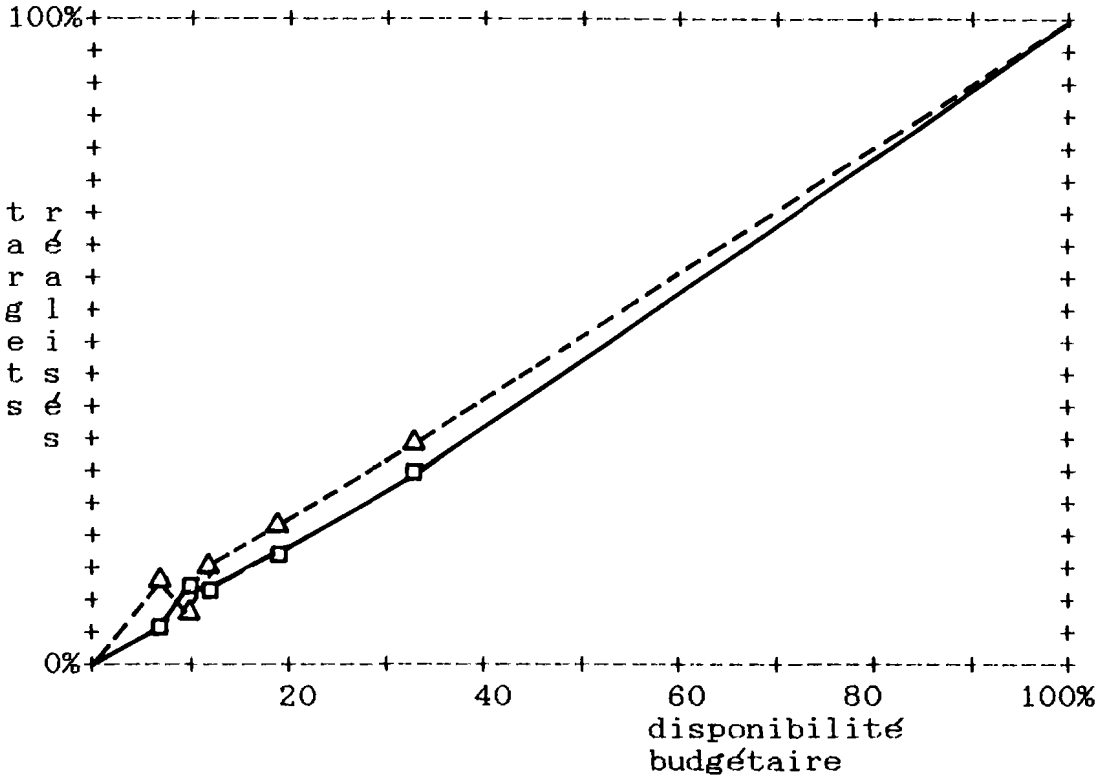
---△-- = targets réalisés en amélioration de voies.

source : Tableaux 5.17.; A.2.6.;A.2.7.

Figure A.2.6.

Disponibilité budgétaire
et targets réalisés par district

District : Kediri (06)



—□— = targets réalisés en renforcement de voies

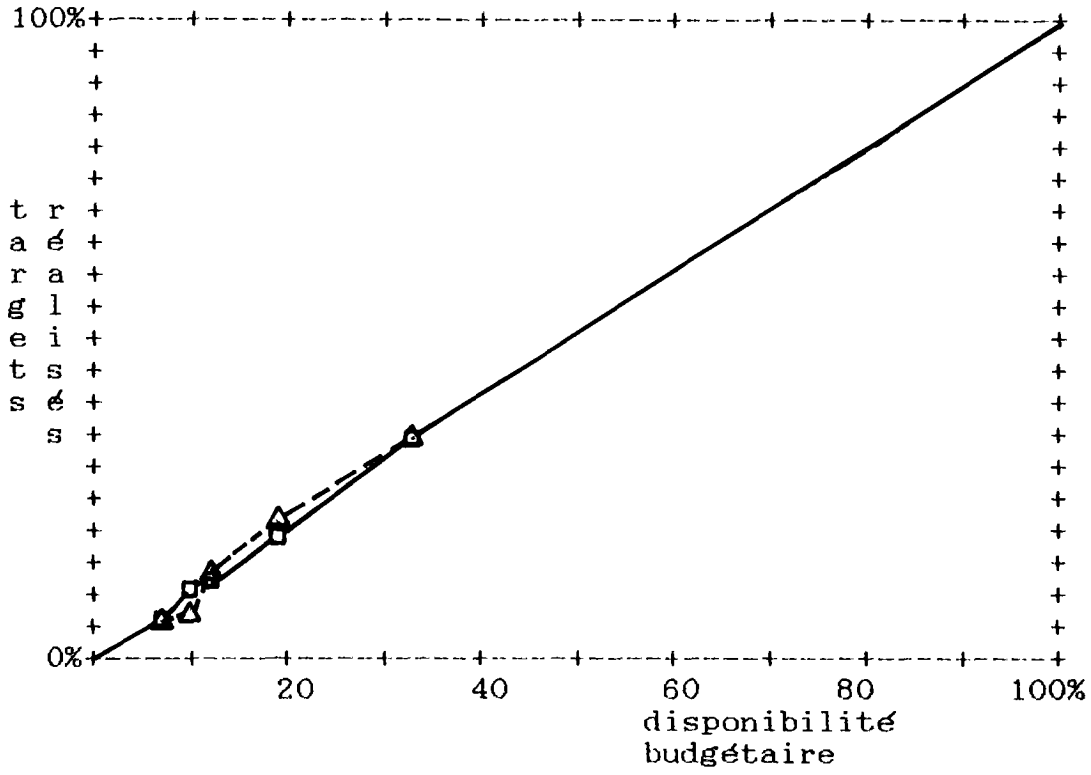
---Δ-- = targets réalisés en amélioration de voies.

source : Tableaux 5.17.; A.2.6.;A.2.7.

Figure A.2.7.

Disponibilité budgétaire
et targets réalisés par district

District : Malang (07)



—□— = targets réalisés en renforcement de voies

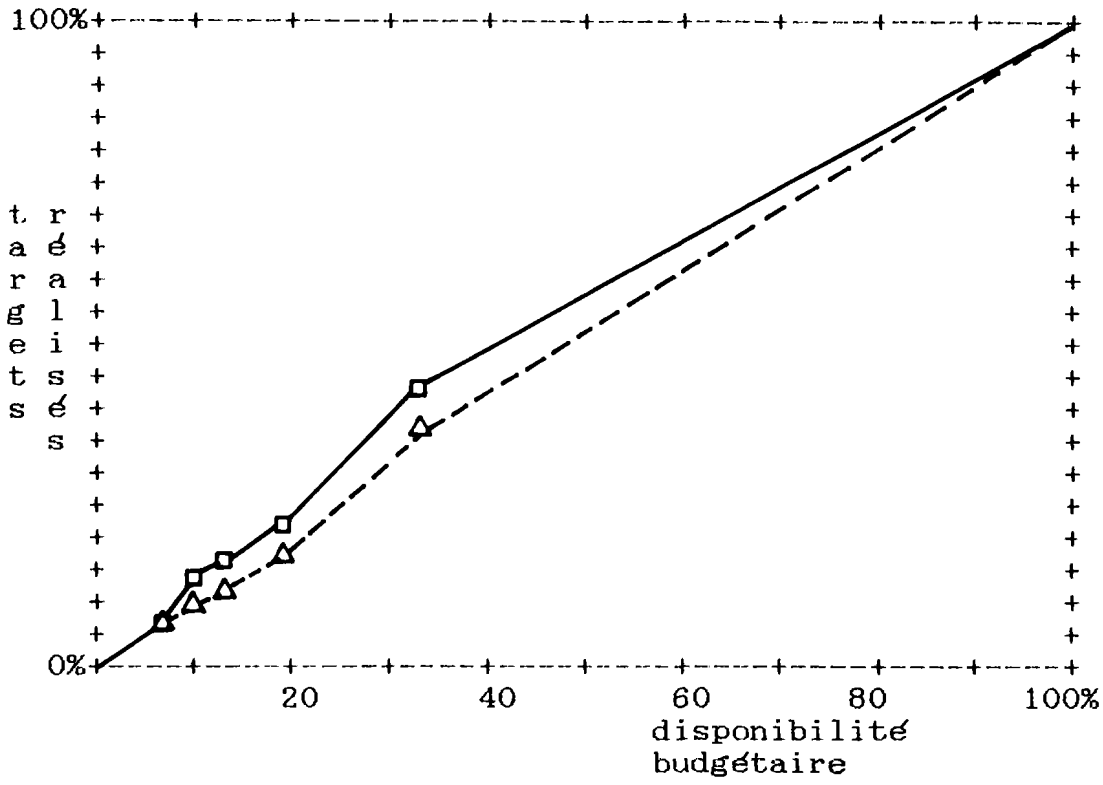
---Δ-- = targets realises en amélioration de voies.

source : Tableaux 5.17.; A.2.6.;A.2.7.

Figure A.2.8.

Disponibilité budgétaire
et targets réalisés par district

District : Lumajang (08)



—□— = targets réalisés en renforcement de voies

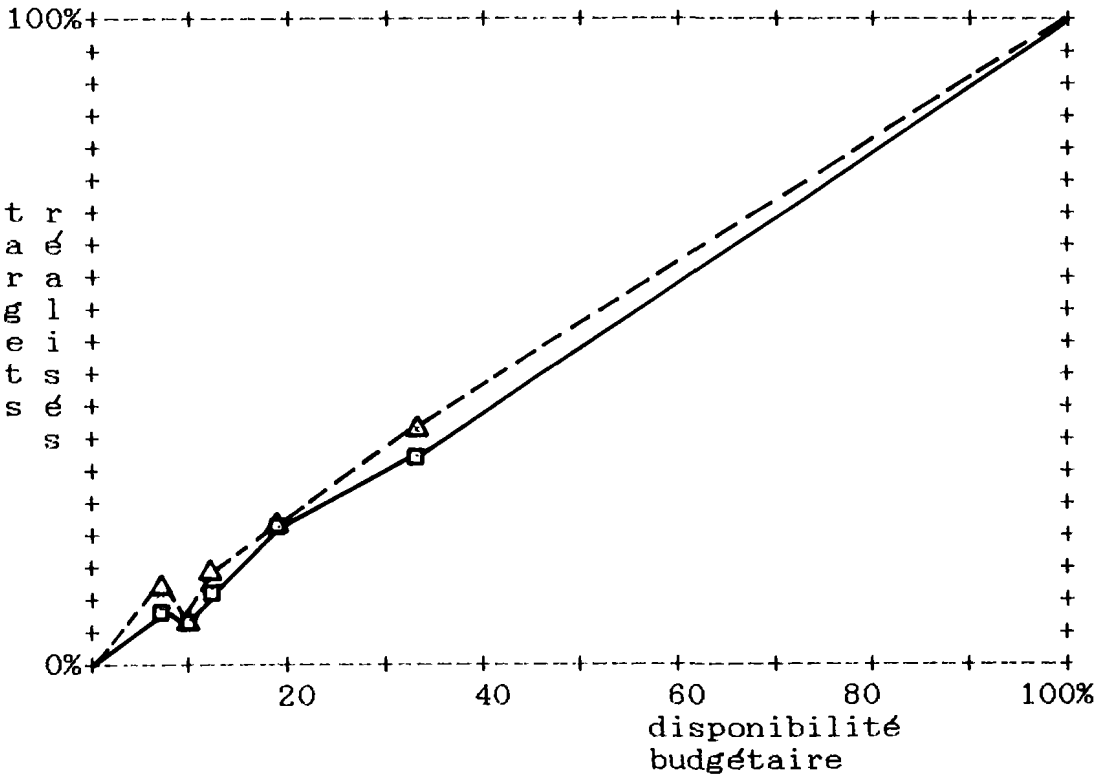
---Δ-- = targets réalisés en amélioration de voies.

source : Tableaux 5.17.; A.2.6.;A.2.7.

Figure A.2.9.

Disponibilité budgétaire
et targets réalisés par district

District : Jember (09)



—□— = targets réalisés en renforcement de voies

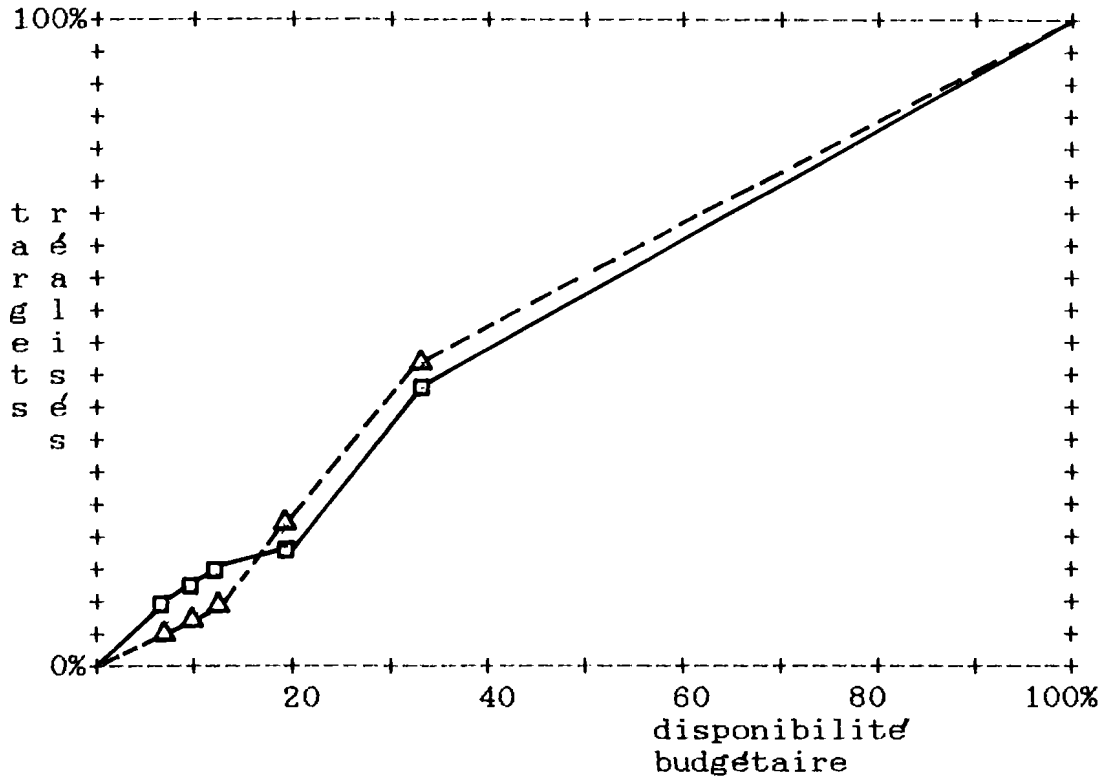
---Δ-- = targets réalisés en amélioration de voies.

source : Tableaux 5.17.; A.2.6.;A.2.7.

Figure A.2.10.

Disponibilité budgétaire
et targets réalisés par district

District : Banyuwangi (10)



—□— = targets réalisés en renforcement de voies

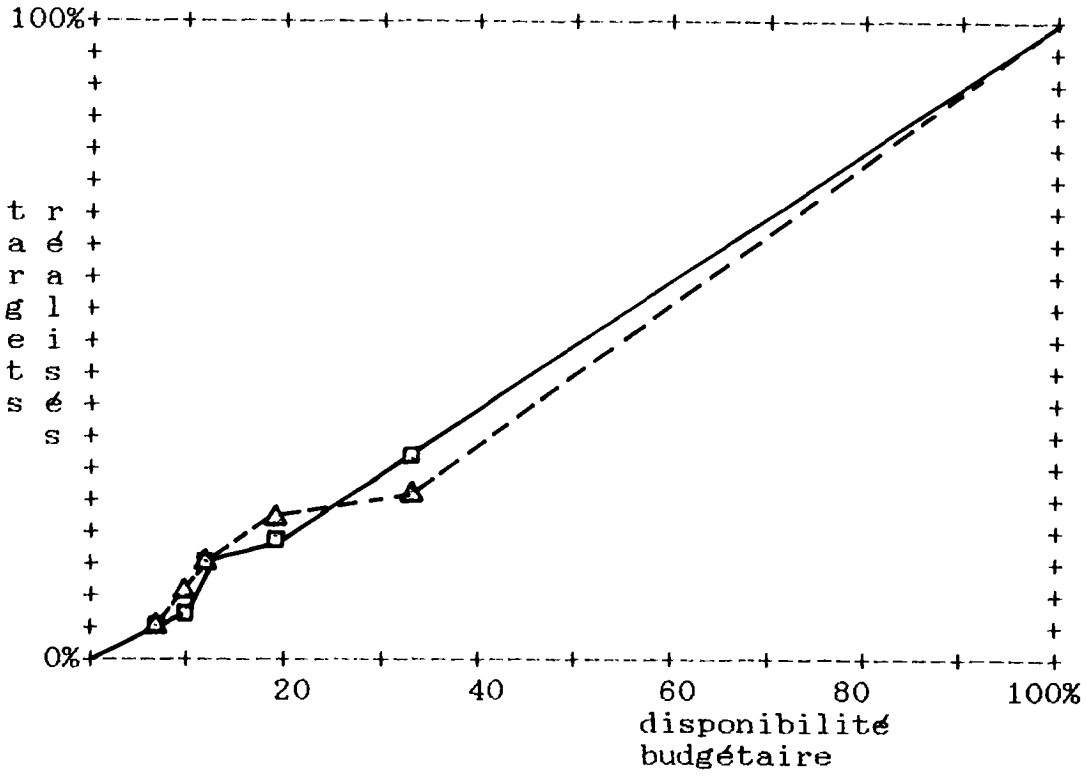
---Δ-- = targets réalisés en amélioration de voies.

source : Tableaux 5.17.; A.2.6.;A.2.7.

Figure A.2.11.

Disponibilite budgétaire
et targets réalisés par district

District : Bondowoso (11)



—□— = targets réalisés en renforcement de voies

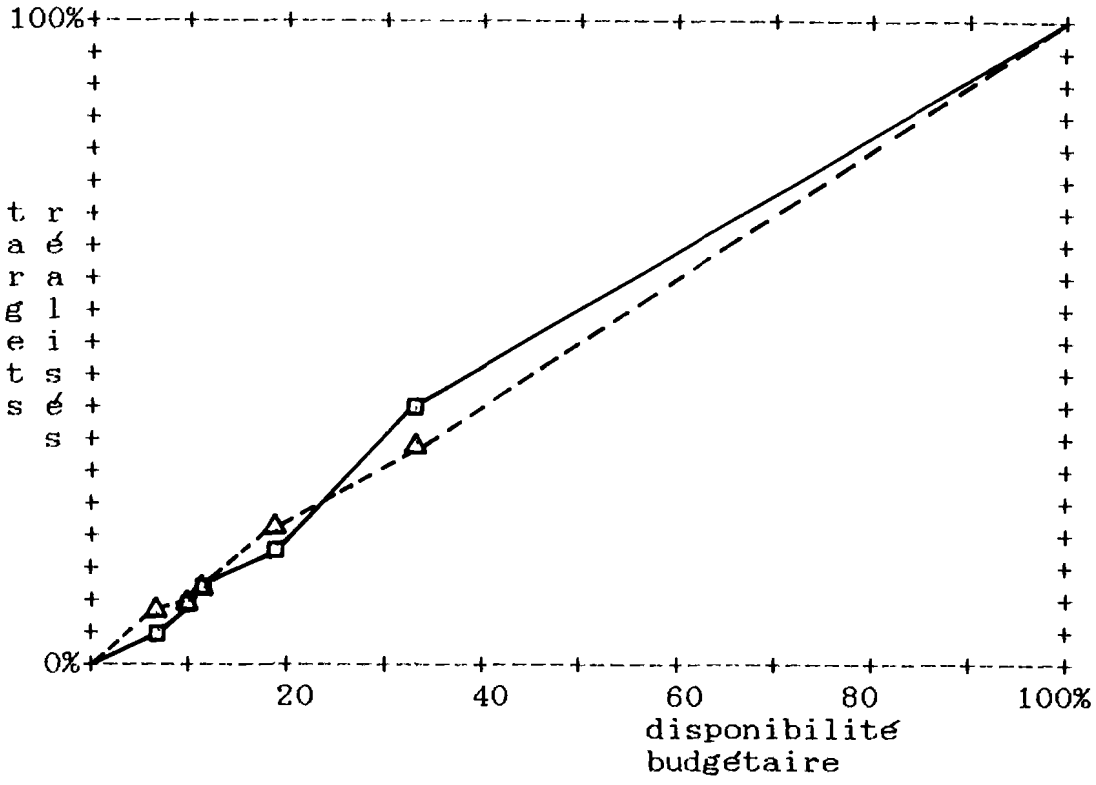
---△-- = targets réalisés en amélioration de voies.

source : Tableaux 5.17.; A.2.6.;A.2.7.

Figure A.2.12.

Disponibilité budgétaire
et targets réalisés par district

District : Situbondo (12)



—□— = targets réalisés en renforcement de voies

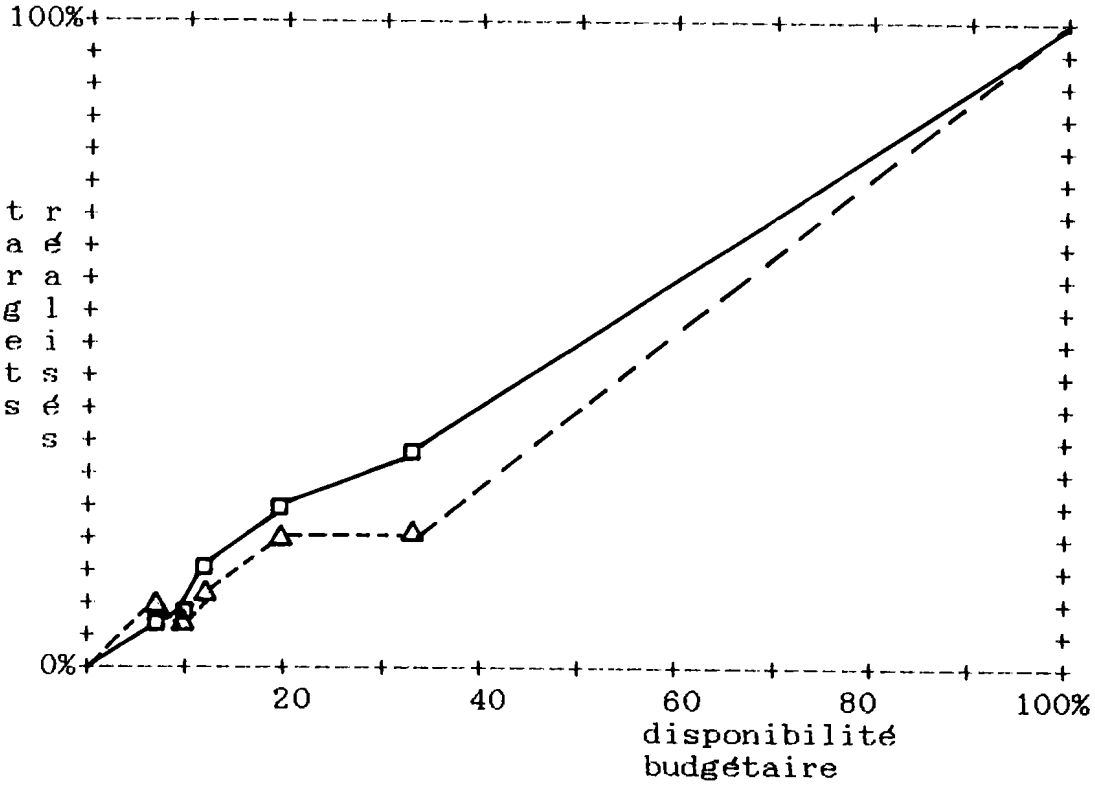
---△-- = targets réalisés en amélioration de voies.

source : Tableaux 5.17.; A.2.6.;A.2.7.

Figure A.2.13.

Disponibilité budgétaire
et targets réalisés par district

District : Probolinggo (13)



——□—— = targets réalisés en renforcement de voies

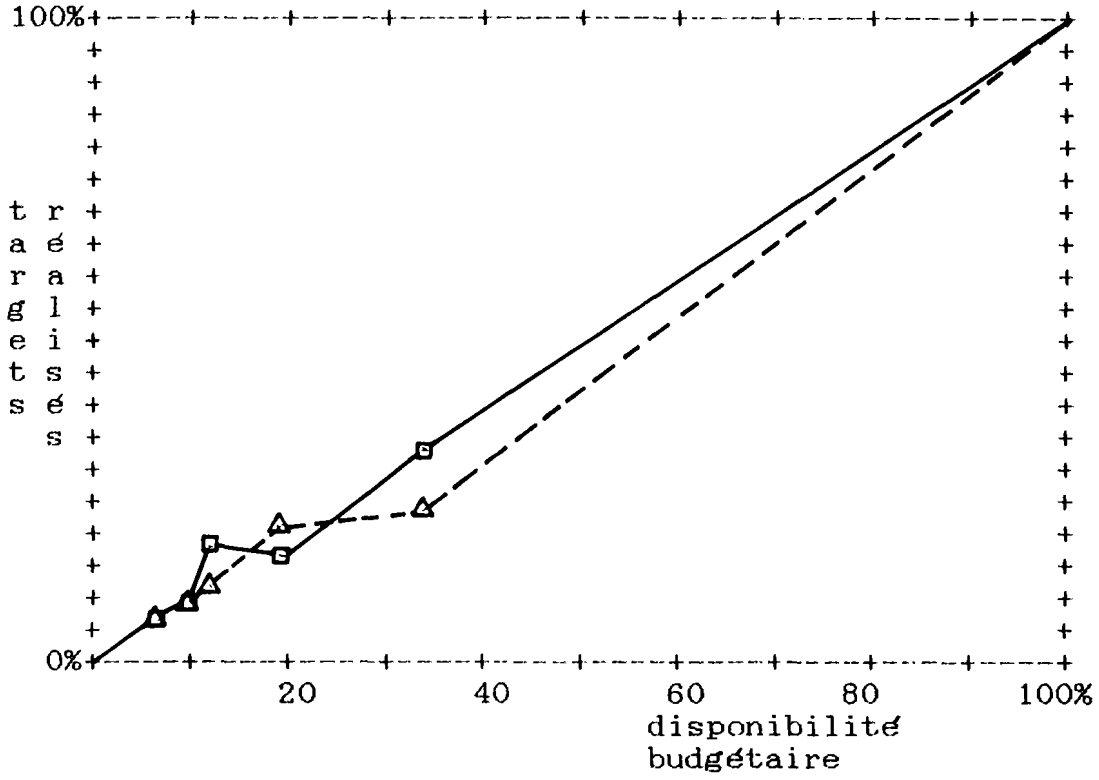
---△-- = targets réalisés en amélioration de voies.

source : Tableaux 5.17. ; A.2.6. ; A.2.7.

Figure A.2.14.

Disponibilité budgétaire
et targets réalisés par district

District : Pasuruan (14)



—□— = targets réalisés en renforcement de voies

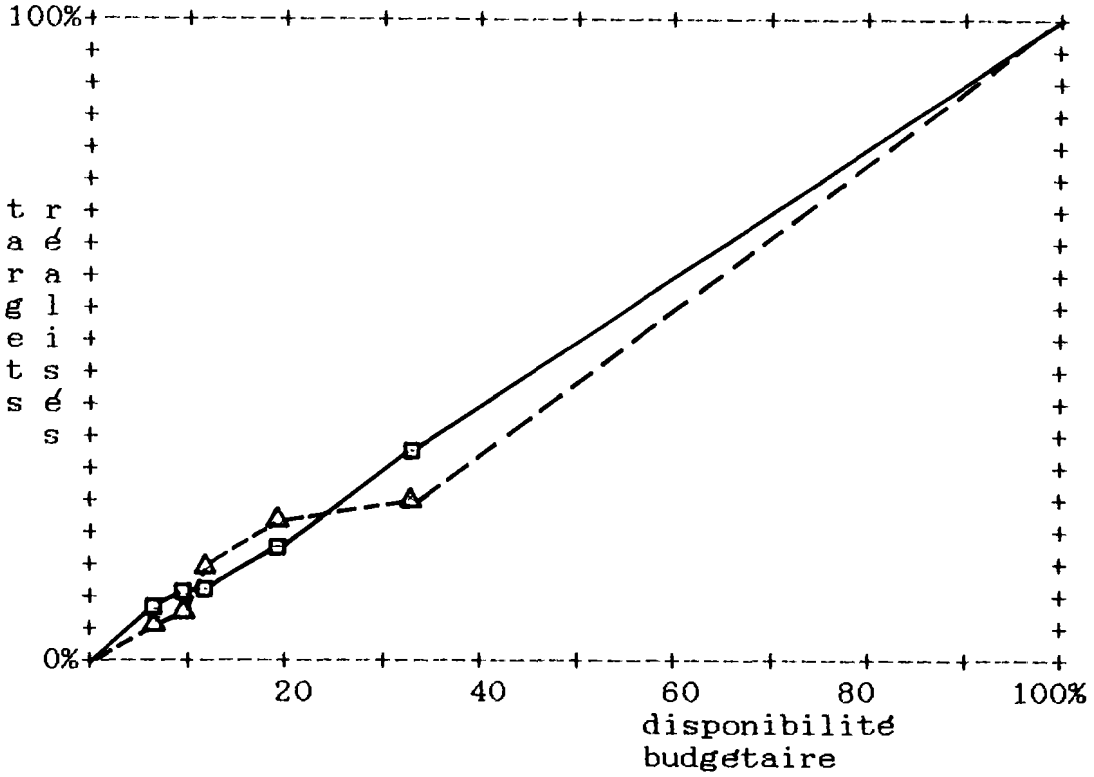
---△-- = targets réalisés en amélioration de voies.

source : Tableaux 5.17.; A.2.6.;A.2.7.

Figure A.2.15.

Disponibilité budgétaire
et targets réalisés par district

District : Sidoarjo (15)



—□— = targets réalisés en renforcement de voies

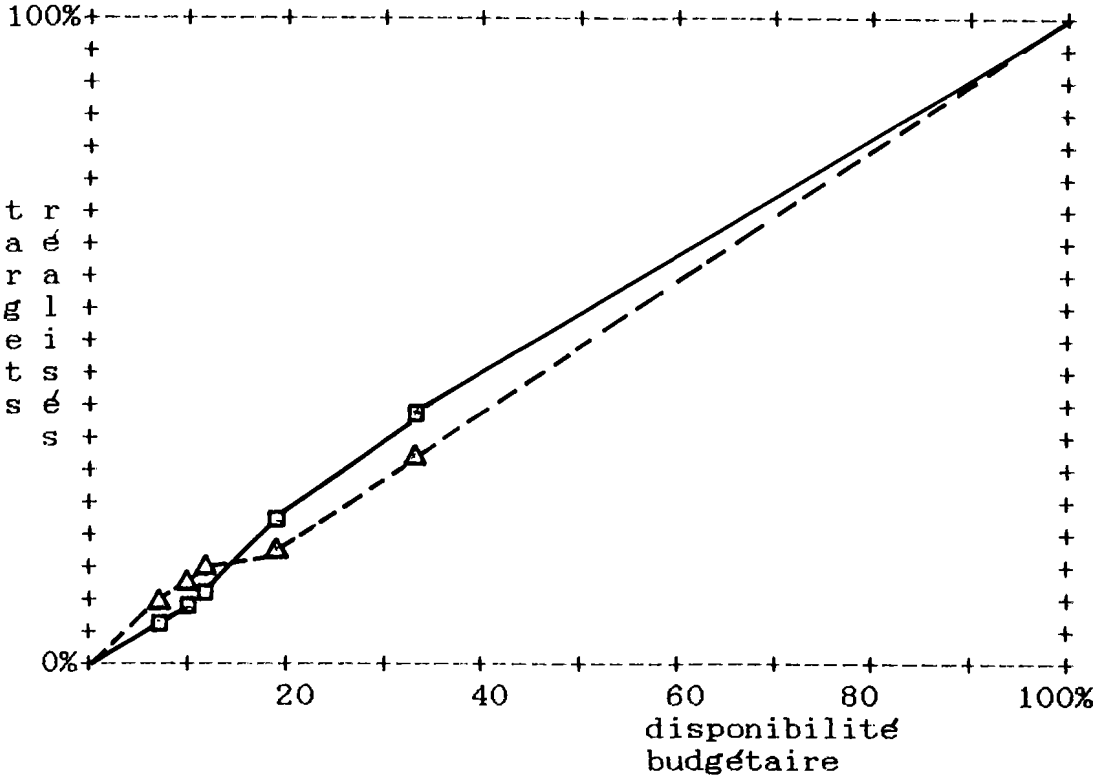
---△-- = targets réalisés en amélioration de voies.

source : Tableaux 5.17.; A.2.6.;A.2.7.

Figure A.2.16.

Disponibilité budgétaire
et targets réalisés par district

District : Mojokerto (16)



—□— = targets réalisés en renforcement de voies

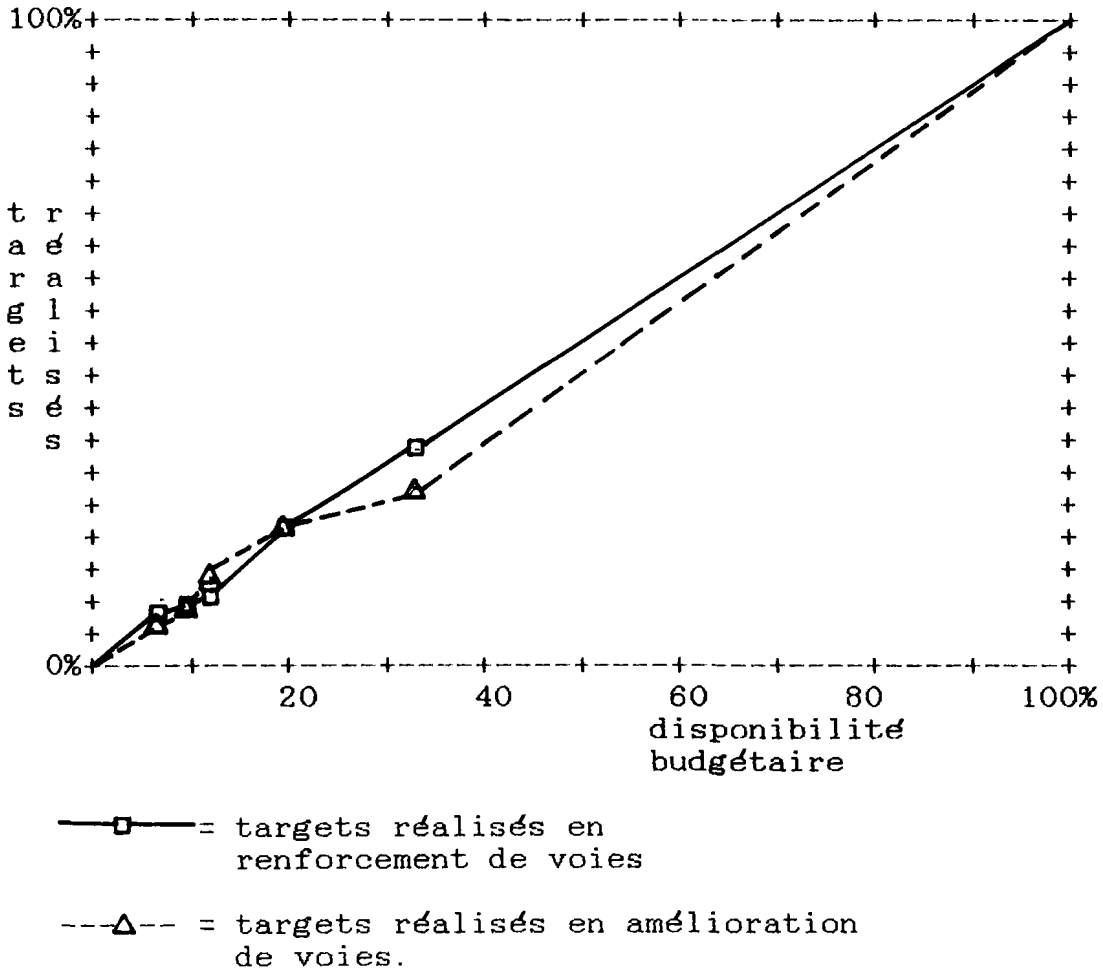
---△-- = targets réalisés en amélioration de voies.

source : Tableaux 5.17.; A.2.6.;A.2.7.

Figure A.2.17.

Disponibilité budgétaire
et targets réalisés par district

District : Jombang (17)

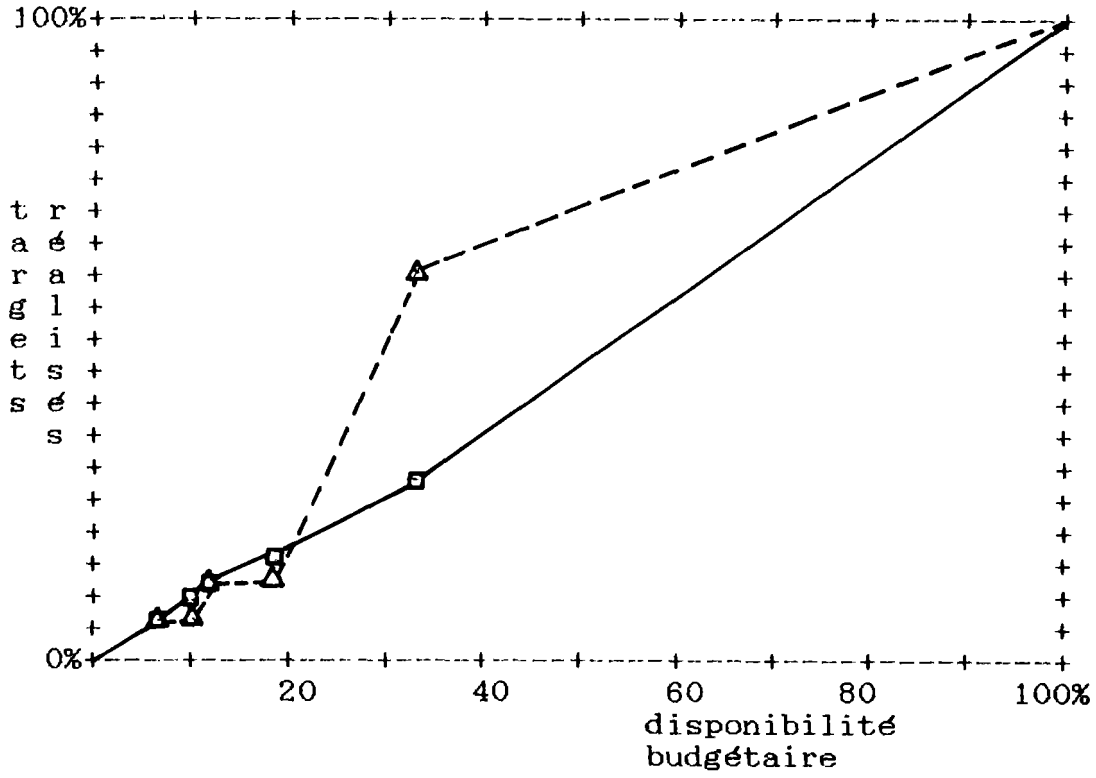


source : Tableaux 5.17.; A.2.6.;A.2.7.

Figure A.2.18.

Disponibilité budgétaire
et targets réalisés par district

District : Nganjuk (18)



—□— = targets réalisés en renforcement de voies

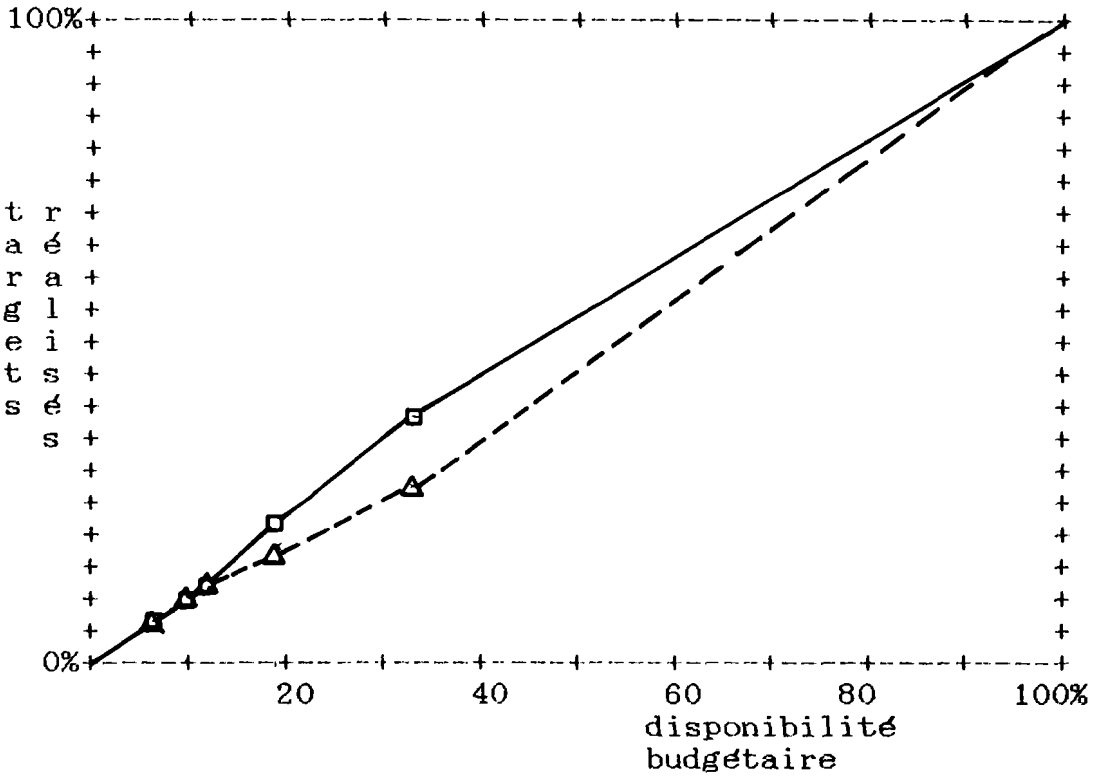
---△-- = targets réalisés en amélioration de voies.

source : Tableaux 5.17.; A.2.6.;A.2.7.

Figure A.2.19.

Disponibilité budgétaire
et targets réalisés par district

District : Madiun (19)



—□— = targets réalisés en renforcement de voies

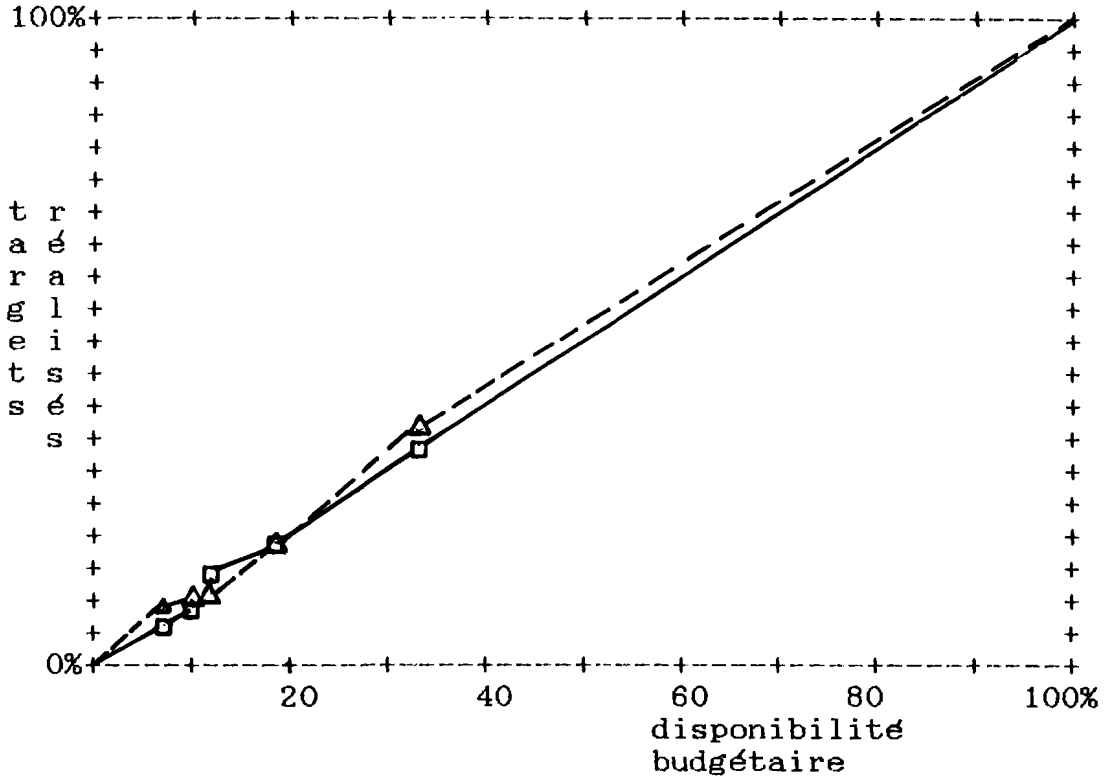
---Δ-- = targets réalisés en amélioration de voies.

source : Tableaux 5.17.; A.2.6.;A.2.7.

Figure A.2.20.

Disponibilité budgétaire
et targets réalisés par district

District : Magetan (20)



—□— = targets réalisés en renforcement de voies

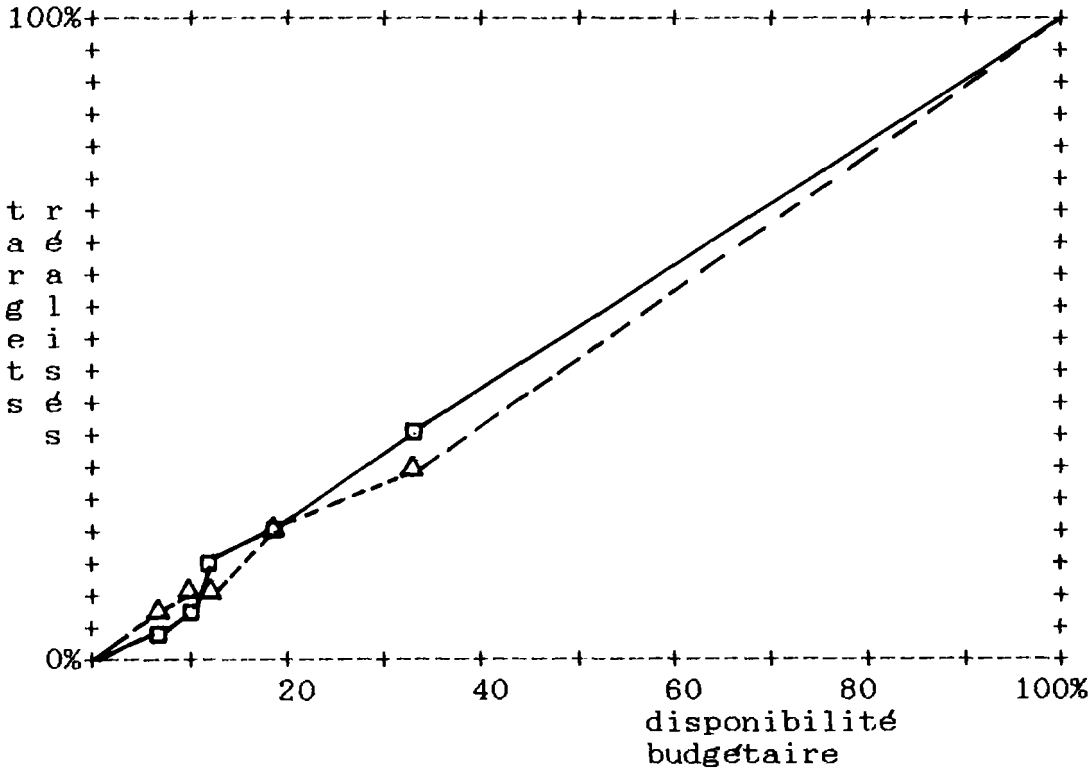
---Δ-- = targets réalisés en amélioration de voies.

source : Tableaux 5.17.; A.2.6.;A.2.7.

Figure A.2.21.

Disponibilité budgétaire
et targets réalisés par district

District : Ngawi (21)



—□— = targets réalisés en renforcement de voies

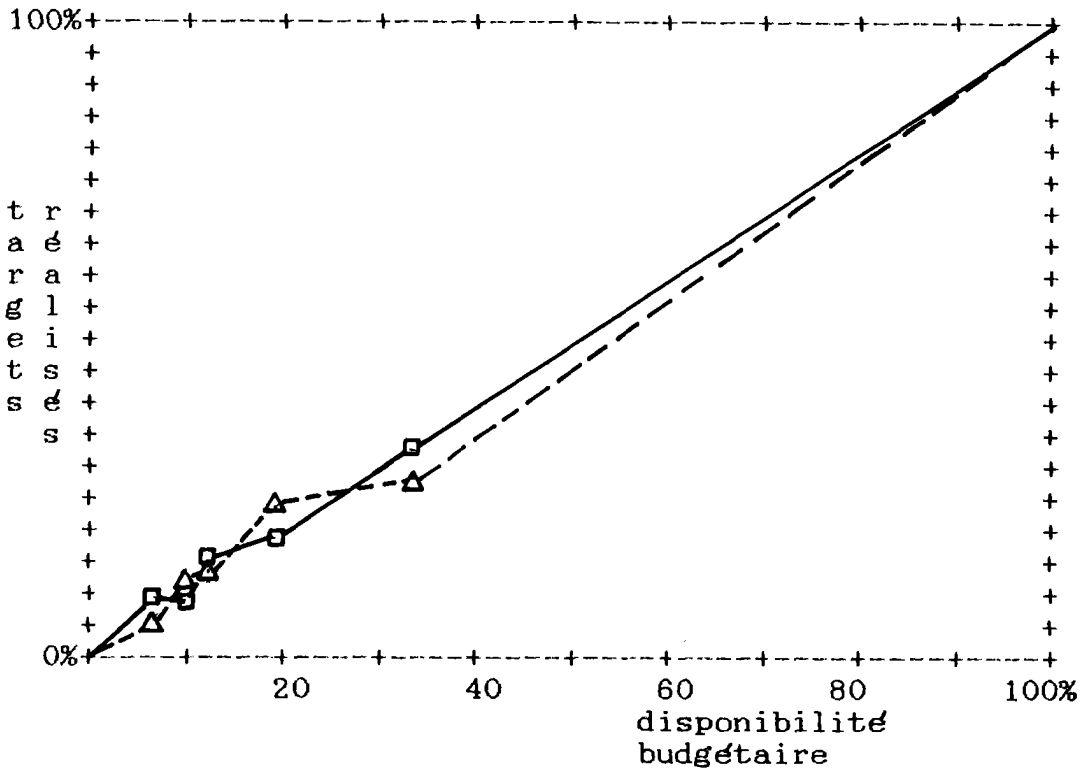
---△-- = targets réalisés en amélioration de voies.

source : Tableaux 5.17.; A.2.6.;A.2.7.

Figure A.2.22.

Disponibilité budgétaire
et targets réalisés par district

District : Bojonegoro (22)



—□— = targets réalisés en renforcement de voies

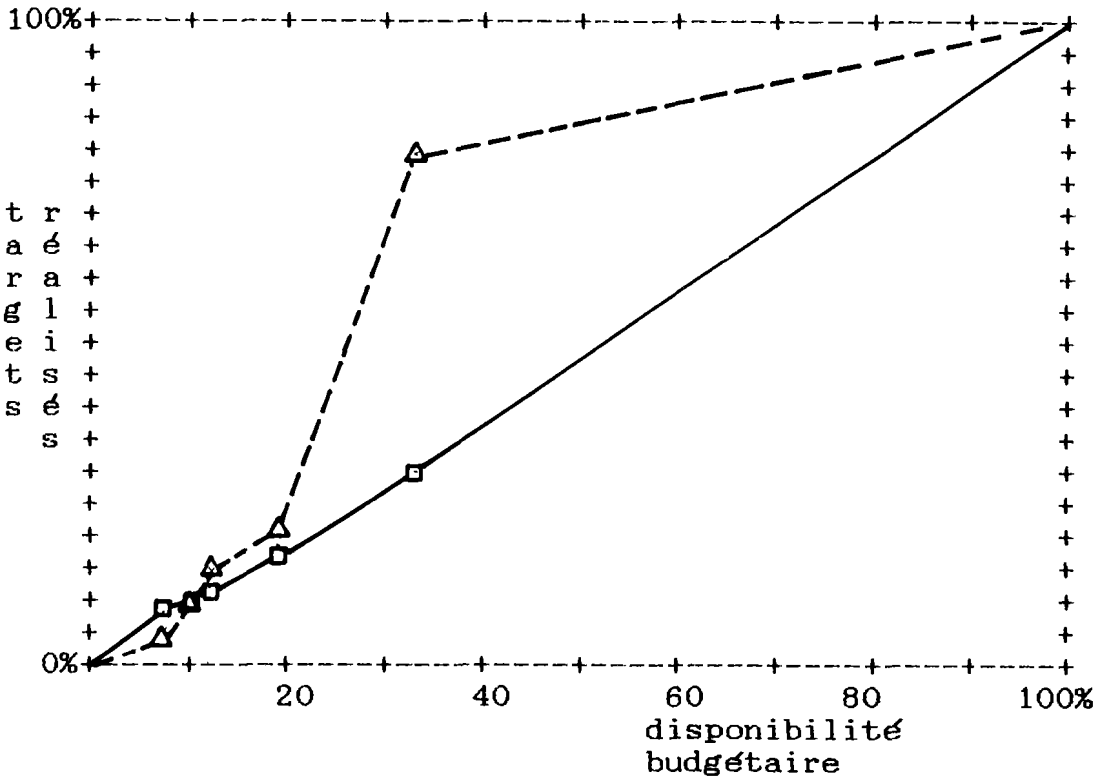
---△-- = targets réalisés en amélioration de voies.

source : Tableaux 5.17.; A.2.6.;A.2.7.

Figure A.2.23.

Disponibilité budgétaire
et targets réalisés par district

District : Tuban (23)



—□— = targets réalisés en renforcement de voies

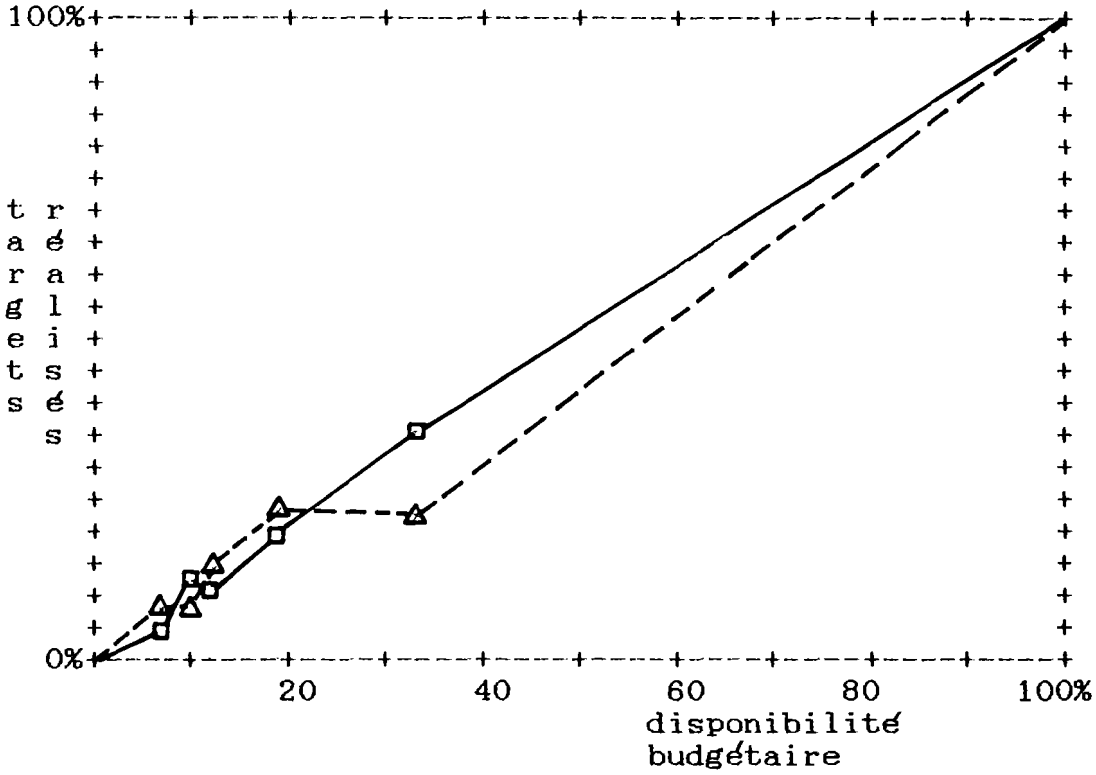
---△-- = targets réalisés en amélioration de voies.

source : Tableaux 5.17.; A.2.6.;A.2.7.

Figure A.2.24.

Disponibilité budgétaire
et targets réalisés par district

District : Lamongan (24)



—□— = targets réalisés en renforcement de voies

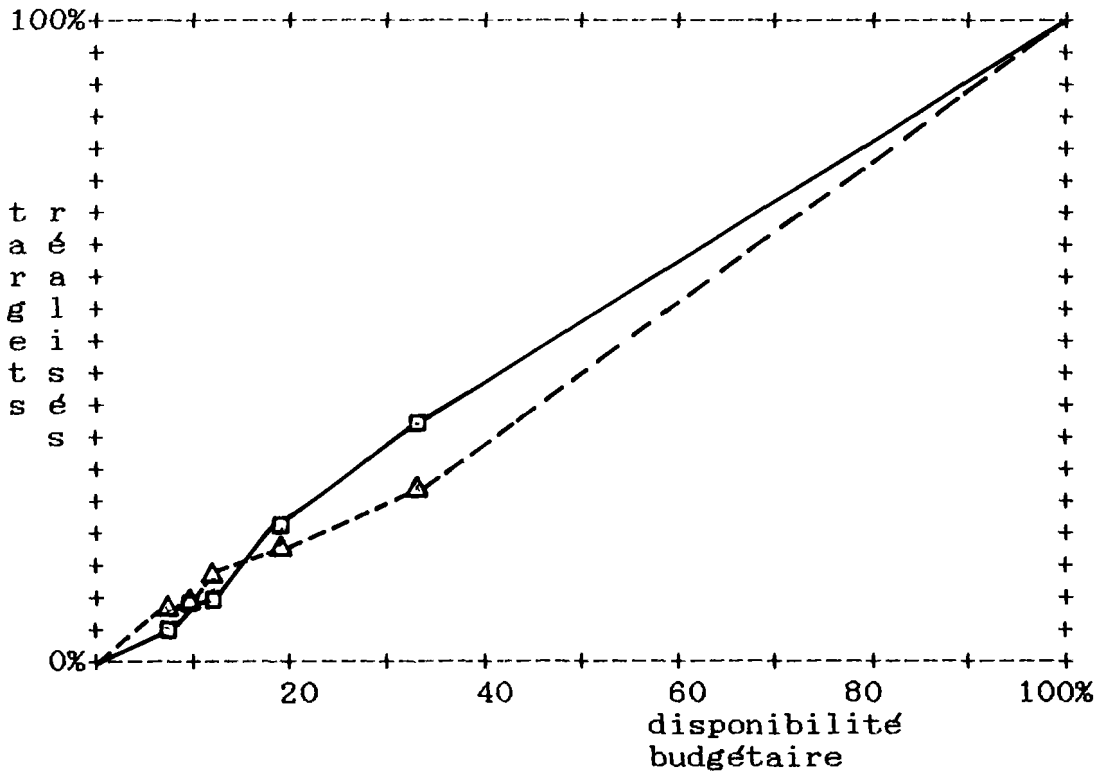
---△-- = targets réalisés en amélioration de voies.

source : Tableaux 5.17.; A.2.6.;A.2.7.

Figure A.2.25.

Disponibilité budgétaire
et targets réalisés par district

District : Gresik (25)



—□— = targets réalisés en renforcement de voies

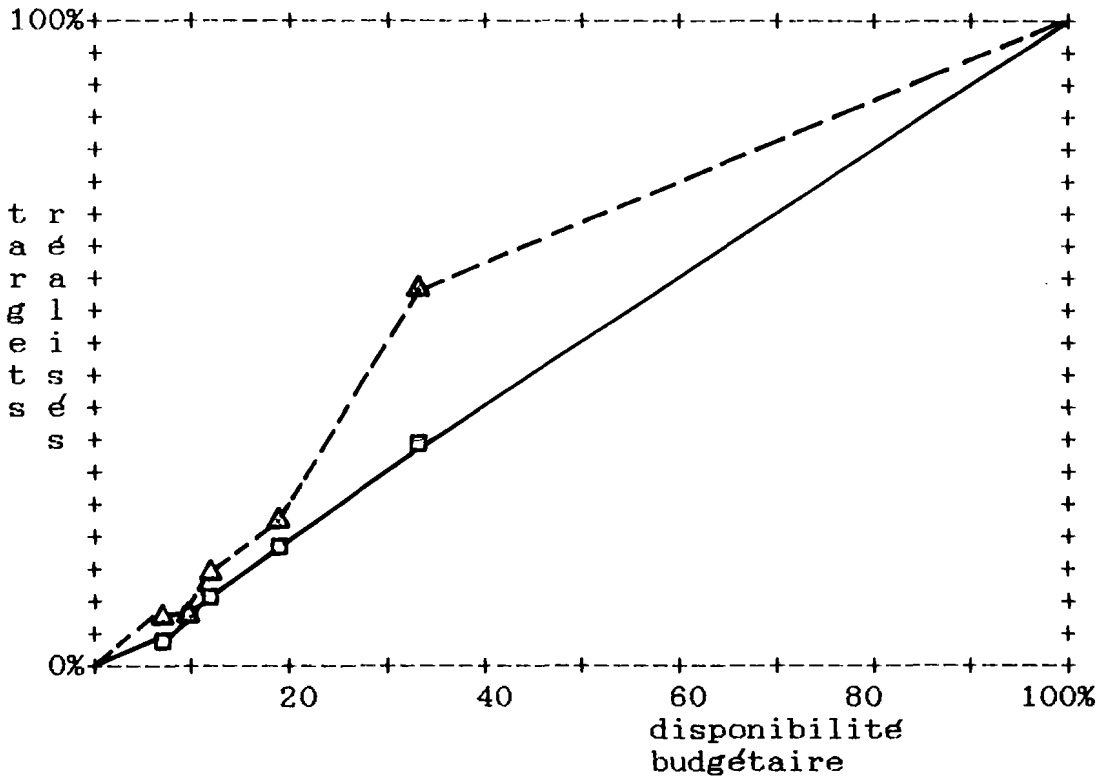
---△-- = targets réalisés en amélioration de voies.

source : Tableaux 5.17.; A.2.6.;A.2.7.

Figure A.2.26.

Disponibilité budgétaire
et targets réalisés par district

District : Bangkalan (26)



—□— = targets réalisés en renforcement de voies

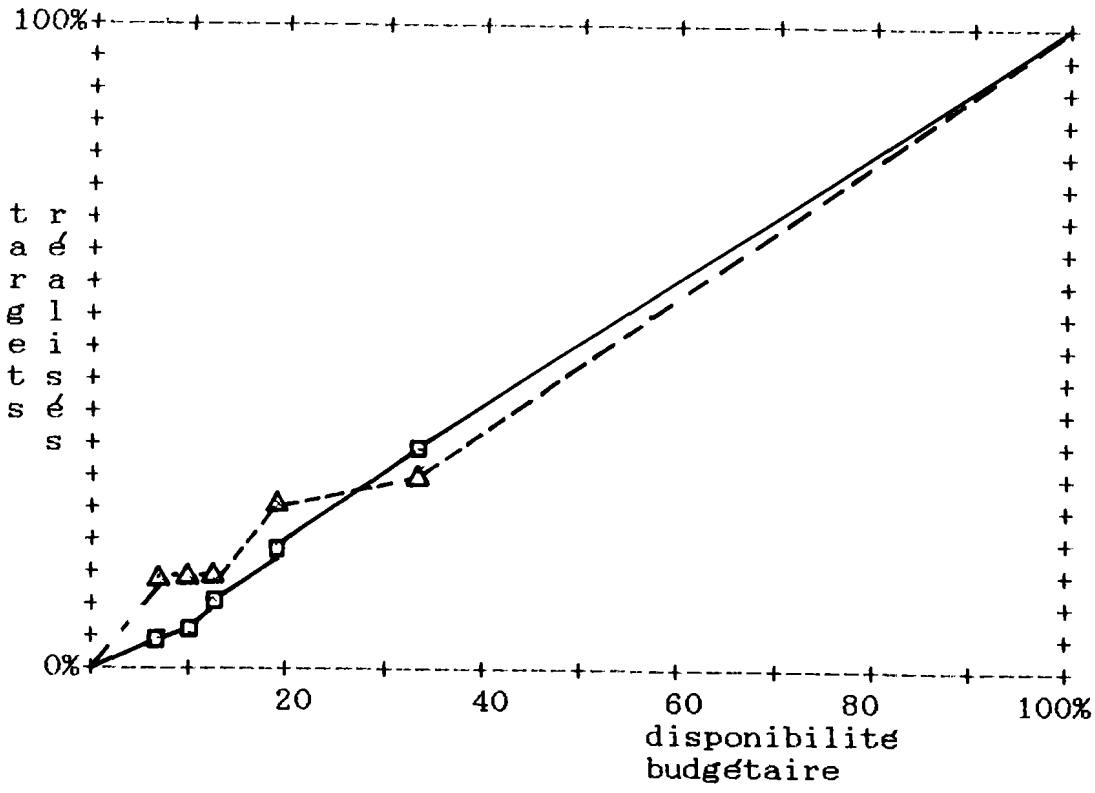
---△-- = targets réalisés en amélioration de voies.

source : Tableaux 5.17.; A.2.6.;A.2.7.

Figure A.2.27.

Disponibilité budgétaire
et targets réalisés par district

District : Sampang (27)

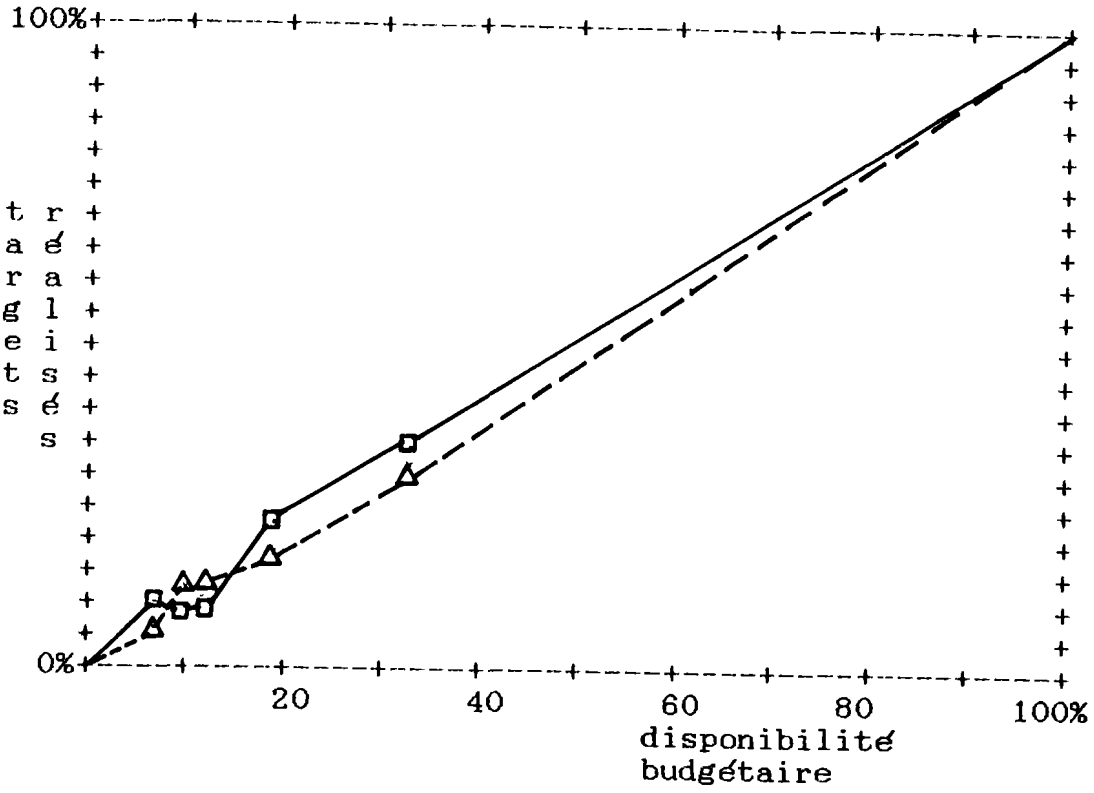


source : Tableaux 5.17. ; A.2.6. ;A.2.7.

Figure A.2.28.

Disponibilité budgétaire
et targets réalisés par district

District : Pamekasan (28)



—□— = targets réalisés en renforcement de voies

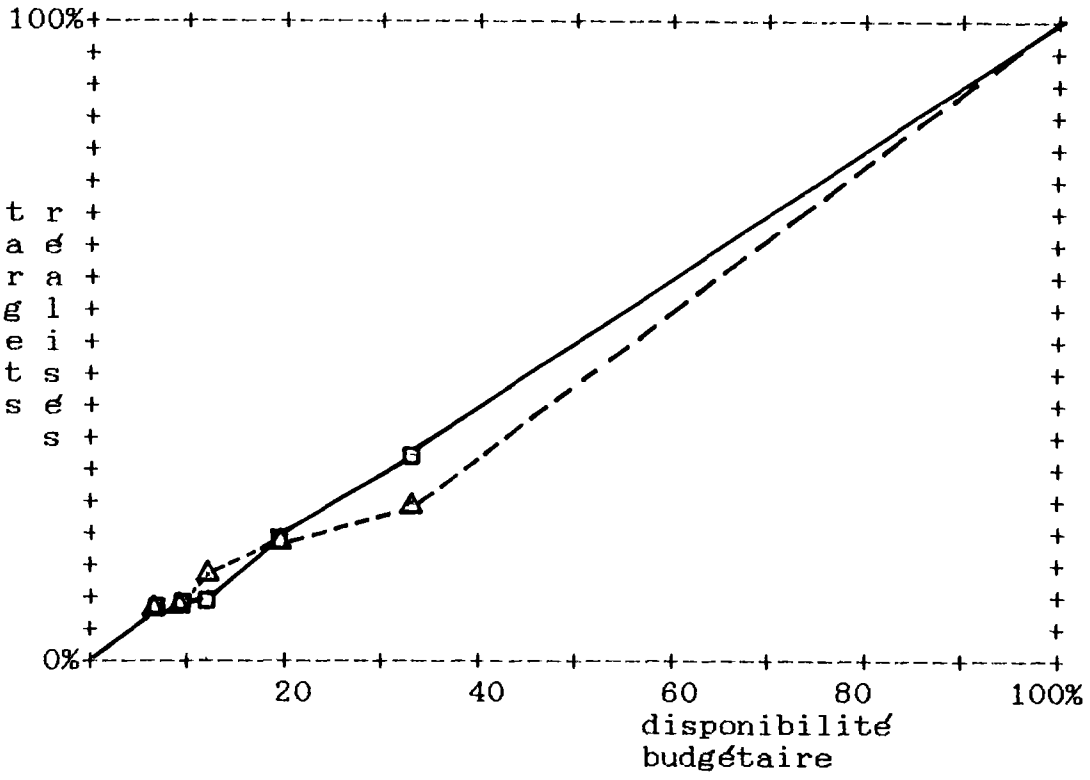
---△-- = targets réalisés en amélioration de voies.

source : Tableaux 5.17.; A.2.6.;A.2.7.

Figure A.2.29.

Disponibilité budgétaire
et targets réalisés par district

District : Sumenep (29)

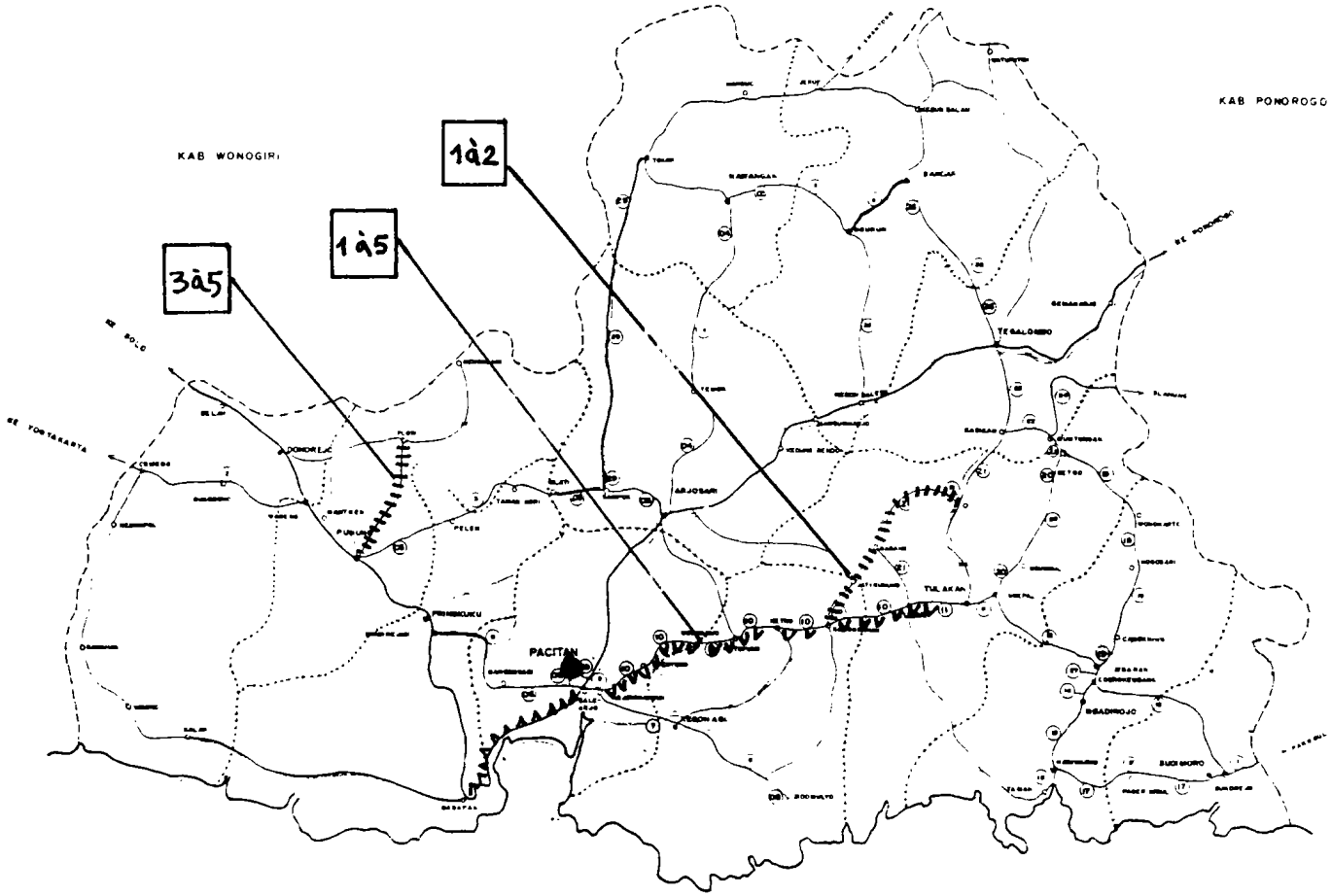


—□— = targets réalisés en renforcement de voies

---△-- = targets réalisés en amélioration de voies.

source : Tableaux 5.17.; A.2.6.;A.2.7.

ANNEXE 3. IDENTIFICATION DE SECTIONS DE ROUTES LOCALES DETERMINEES A AMENAGER DANS LA PROVINCE DE JAVA-EST SELON LES RESULTATS D'APPLICATION DE LA PROCEDURE AFFINAE AU CAS TRAITE



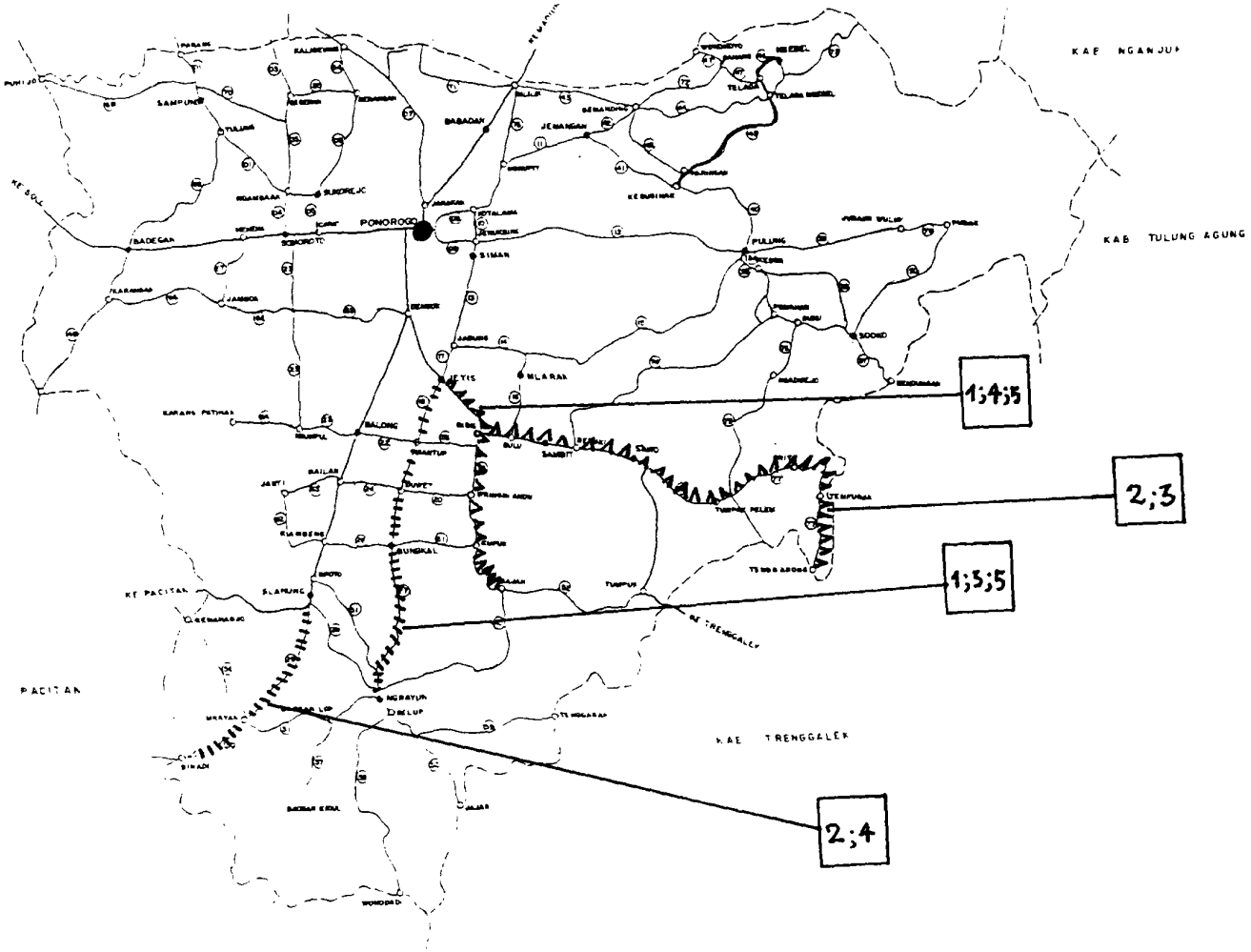
1 periode d'aménagement

- ① NO. DE SECTION À AMÉNAGER
- SECTION DE VOIE À RENFORCER
- SECTION DE VOIE A AMÉLIORER
- CAPITAL DE DISTRICT
- COMMUNE RURALE
- ROUTE PROVINCIALE / DISTRICT
- ROUTE LOCALE / RURALE
- LIMITE DE DISTRICT

District :

PACITAN (01)

A.67

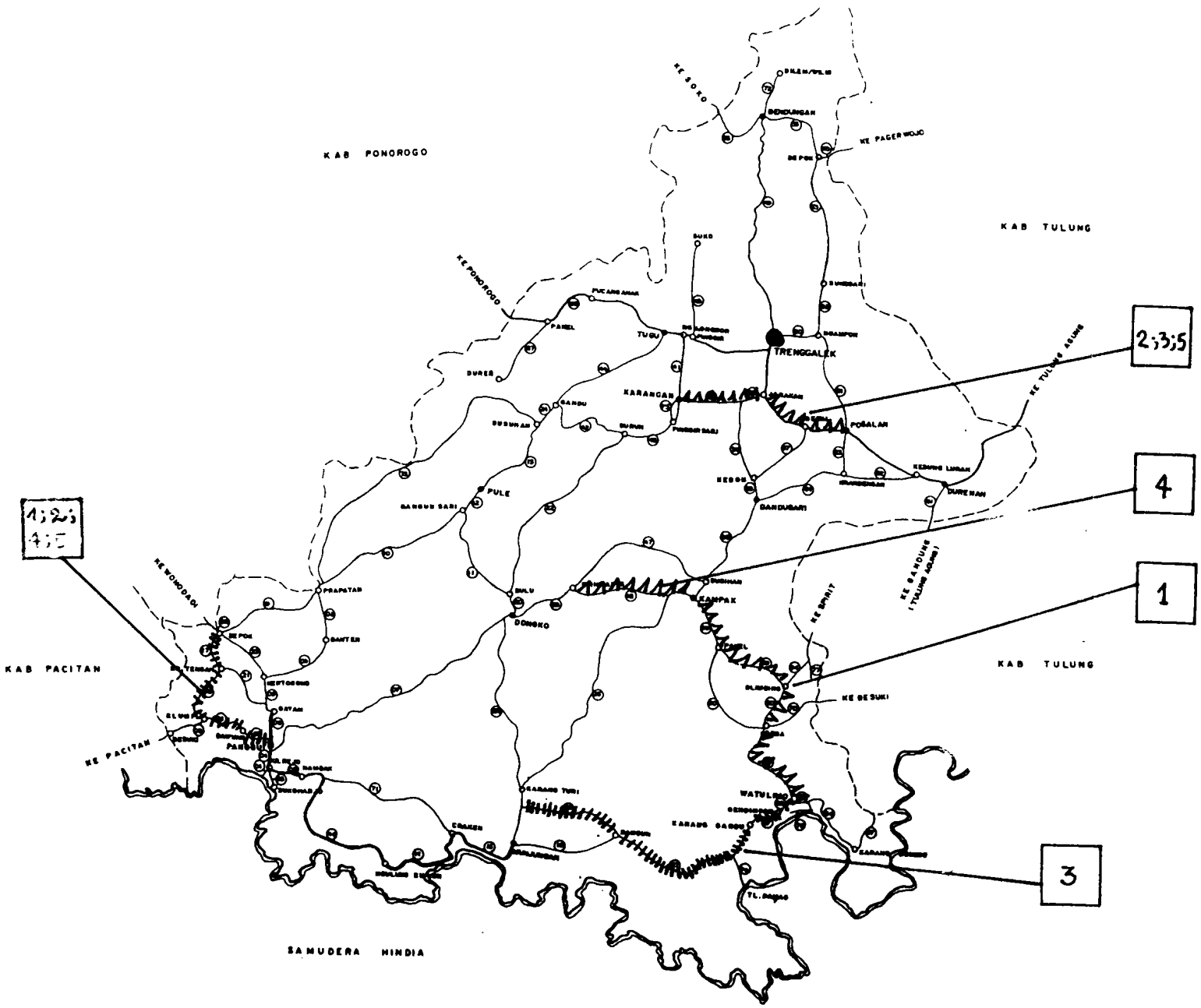


1 Période d'aménagement

① NO. DE SECTION À AMÉNAGER
SECTION DE VOIE À RENFORCER
SECTION DE VOIE À AMÉLIORER
CAPITAL DE DISTRICT
COMMUNE RURALE
ROUTE PROVINCIALE / DISTRICT
ROUTE LOCALE / RURALE
LIMITE DE DISTRICT

District :

PONOROGO (02)



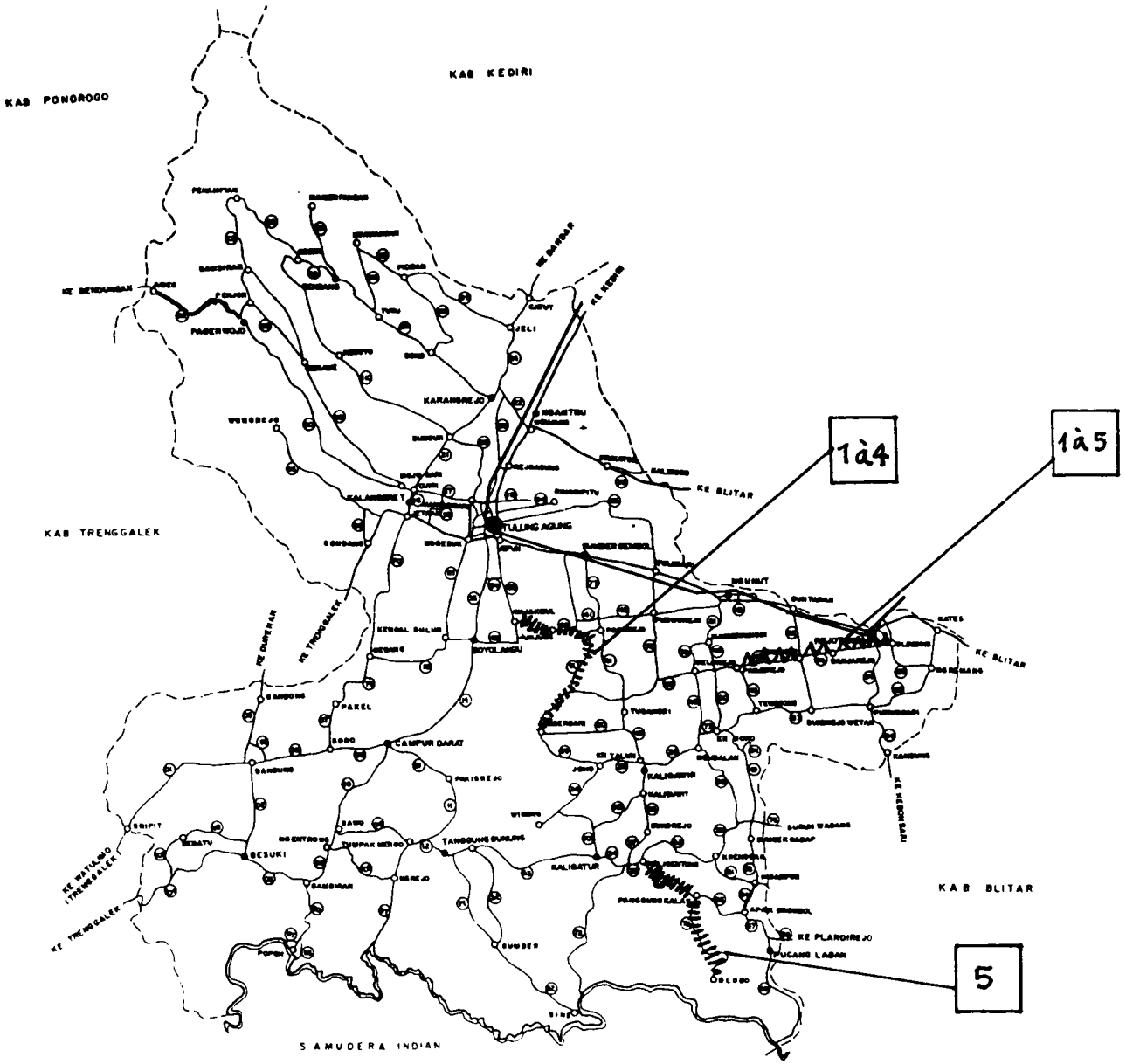
A.69

1 Période d'aménagement

① NO. DE SECTION À AMÉNAGER
SECTION DE VOIE À RENFORCER
SECTION DE VOIE À AMÉLIORER
CAPITAL DE DISTRICT
COMMUNE RURALE
ROUTE PROVINCIALE / DISTRICT
ROUTE LOCALE / RURALE
LIMITE DE DISTRICT

District :

TRENGGALEK (03)

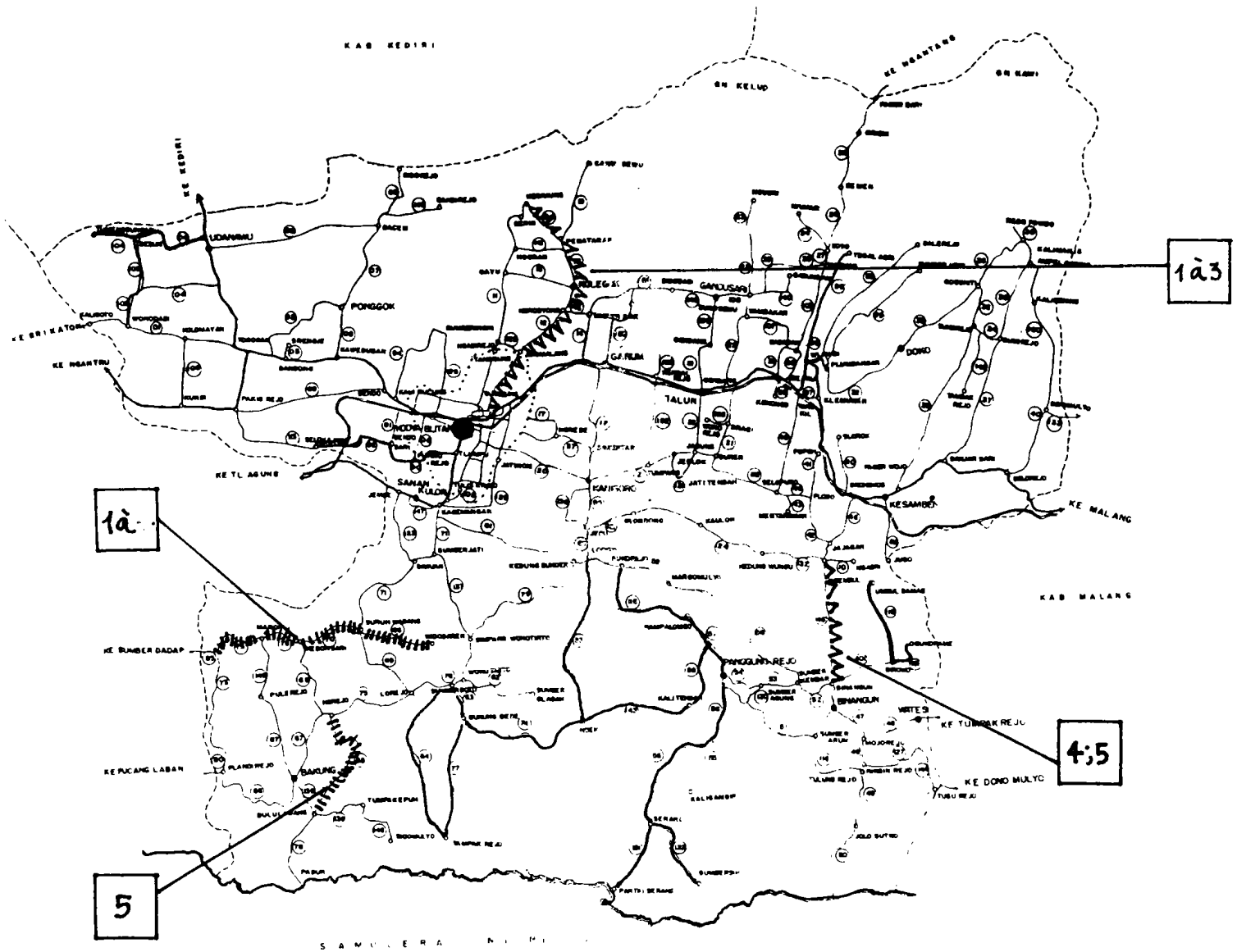


1 Période d'aménagement

- ① NO. DE SECTION À AMÉNAGER
- SECTION DE VOIE À RENFORCER
- SECTION DE VOIE À AMÉLIORER
- CAPITAL DE DISTRICT
- COMMUNE RURALE
- ROUTE PROVINCIALE / DISTRICT
- ROUTE LOCALE / RURALE
- LIMITE DE DISTRICT

District :

TULUNG AGUNG (04)



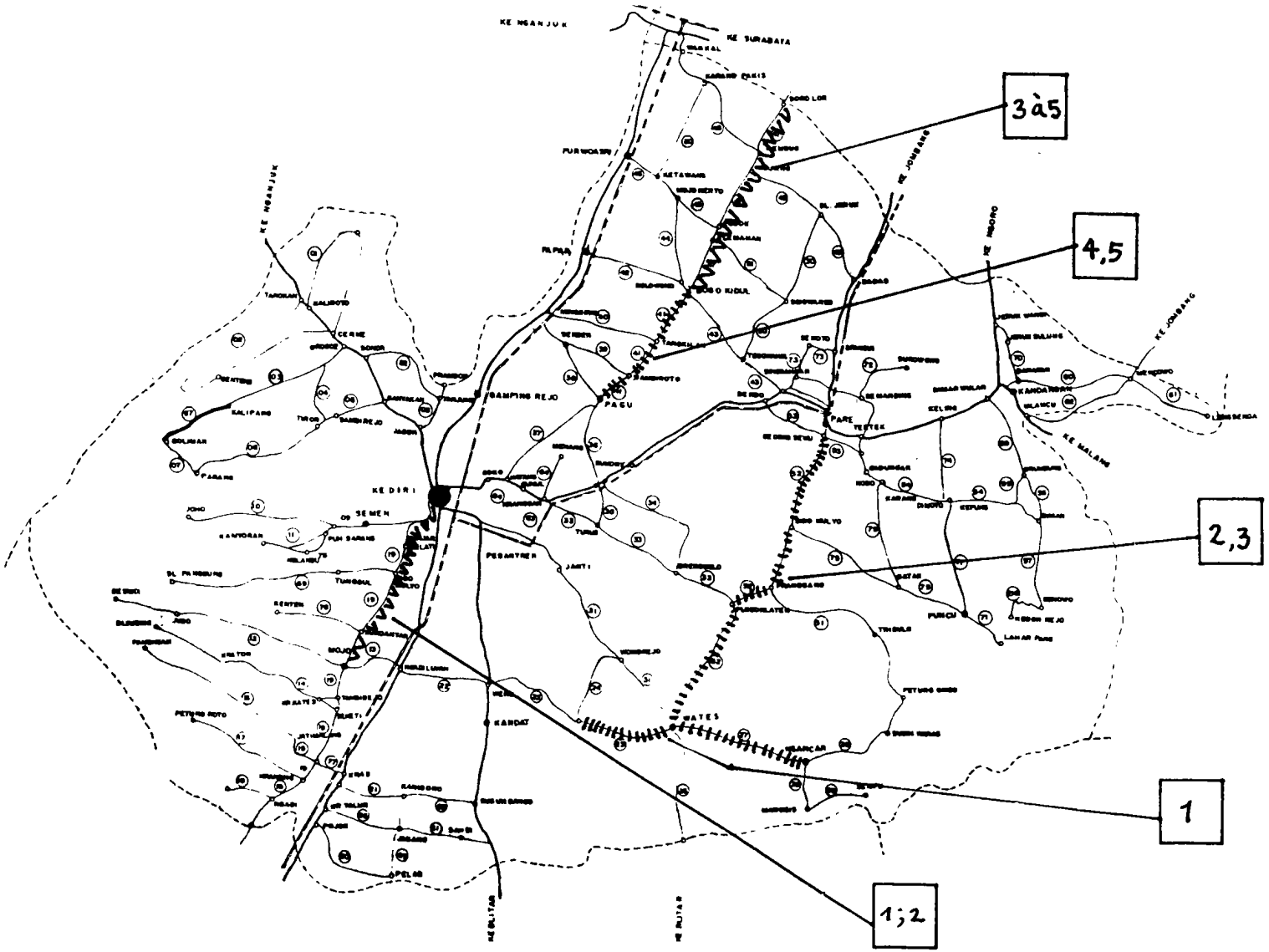
1 Période d'aménagement

- ① NO DE SECTION À AMÉNAGER
- SECTION DE VOIE À RENFORCER
- SECTION DE VOIE À AMÉLIORER
- CAPITAL DE DISTRICT
- COMMUNE RURALE
- ROUTE PROVINCIALE / DISTRICT
- ROUTE LOCALE / RURALE
- LIMITE DE DISTRICT

District :

BLITAR (05)

A.71

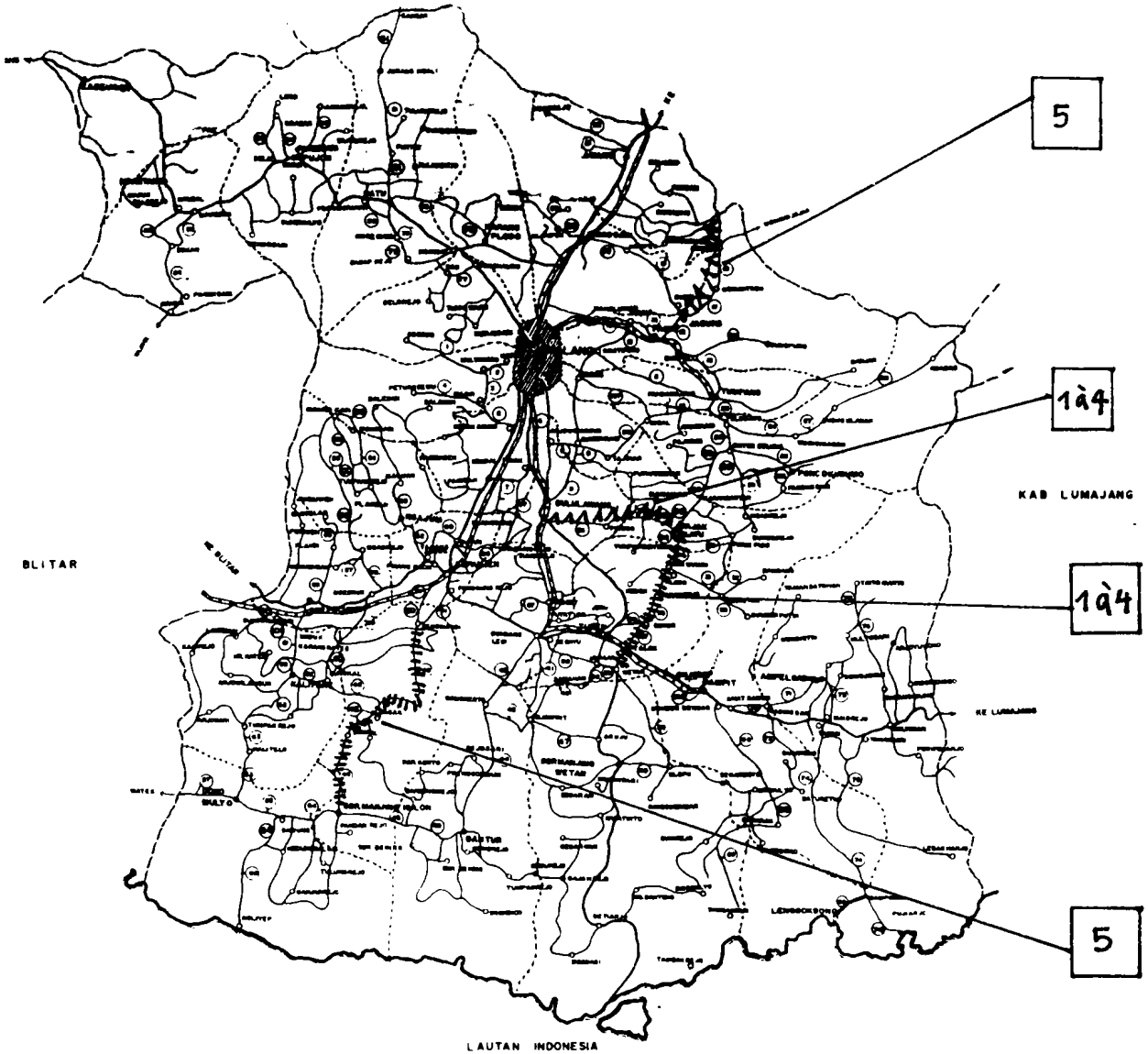


1 Période d'aménagement

① NO. DE SECTION À AMÉNAGER
SECTION DE VOIE À RENFORCER
SECTION DE VOIE À AMÉLIORER
CAPITAL DE DISTRICT
COMMUNE RURALE
ROUTE PROVINCIALE / DISTRICT
ROUTE LOCALE / RURALE
LIMITE DE DISTRICT

District :

KEDIRI (06)

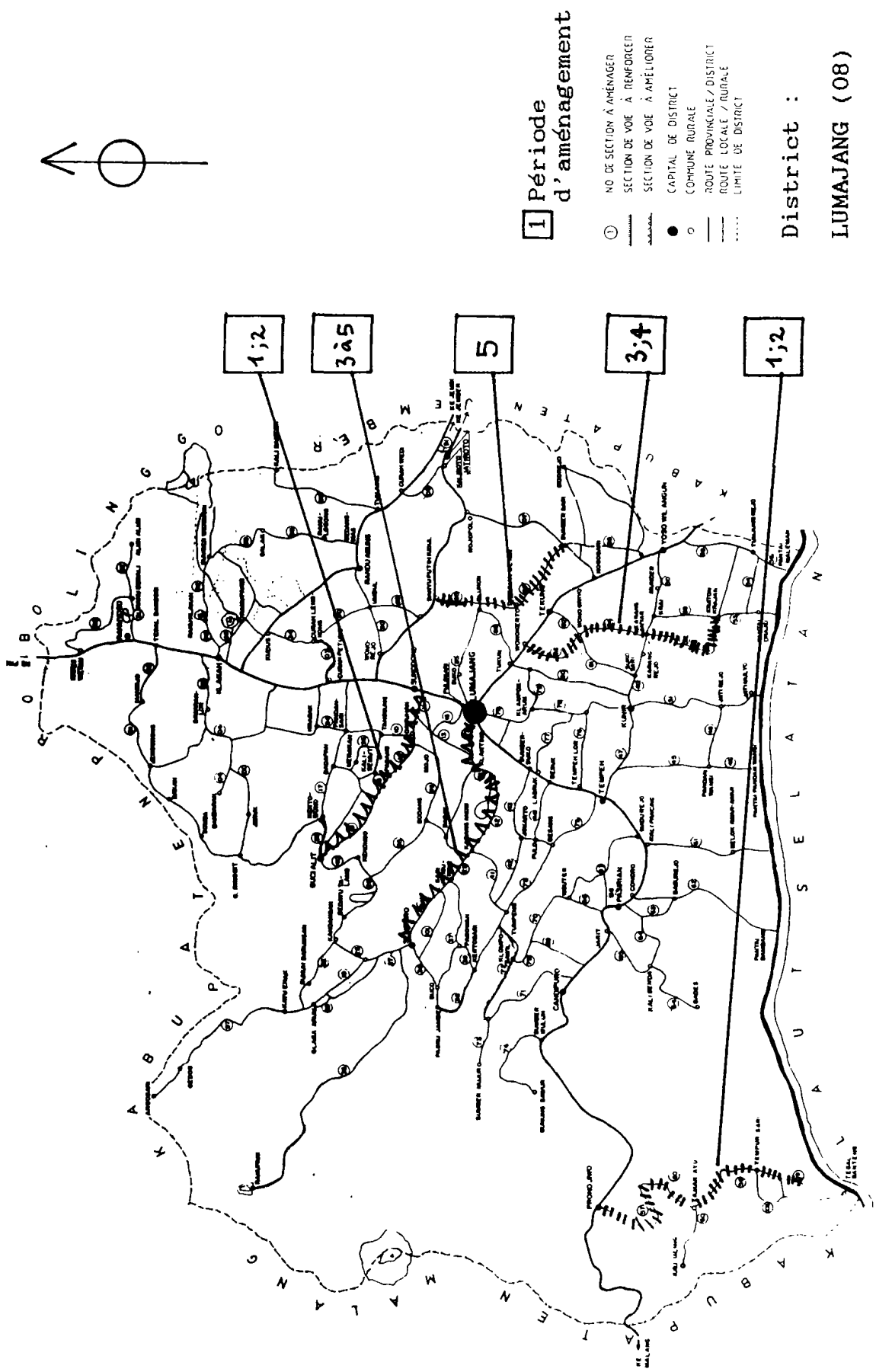


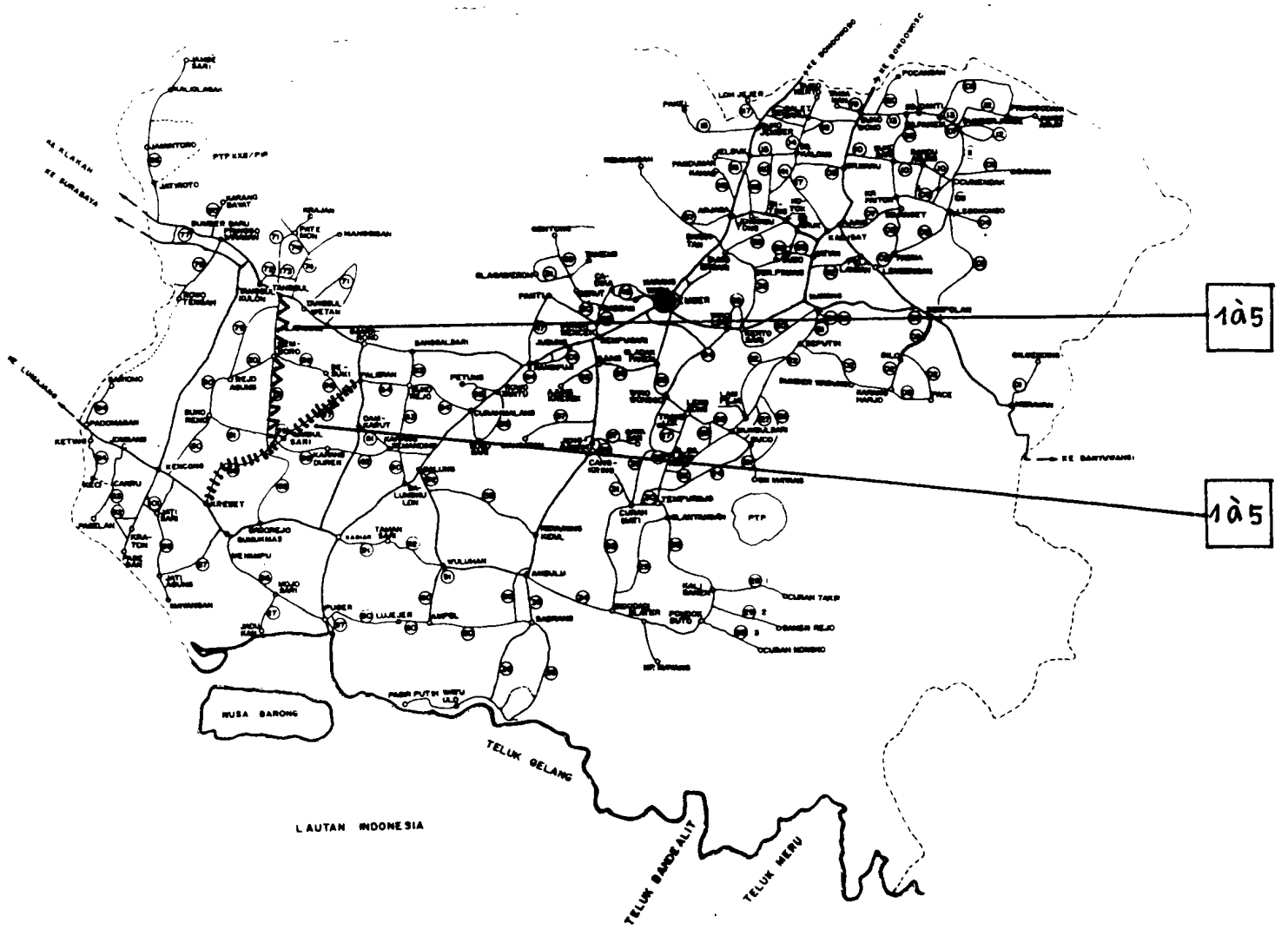
1 Période d'aménagement

① NO DE SECTION À AMÉNAGER
SECTION DE VOIE À RENFORCER
SECTION DE VOIE À AMÉLIORER
CAPITAL DE DISTRICT
COMMUNE RURALE
ROUTE PROVINCIALE / DISTRICT
ROUTE LOCALE / RURALE
LIMITE DE DISTRICT

District :

MALANG (07)


1 Période d'aménagement
NO DE SECTION À AMÉNAGER
SECTION DE VOIE À RENFORCER
SECTION DE VOIE À AMÉLIORER
CAPITAL DE DISTRICT
COMMUNE RURALE
ROUTE PROVINCIALE / DISTRICT
ROUTE LOCALE / RURALE
LIMITE DE DISTRICT
District :
LUMAJANG (08)
1;2
3à5
5
3;4
1;2
PROBOLINGGO
LUMAJANG
JEMBER
MALANG
KABUPATEN
SELATAN

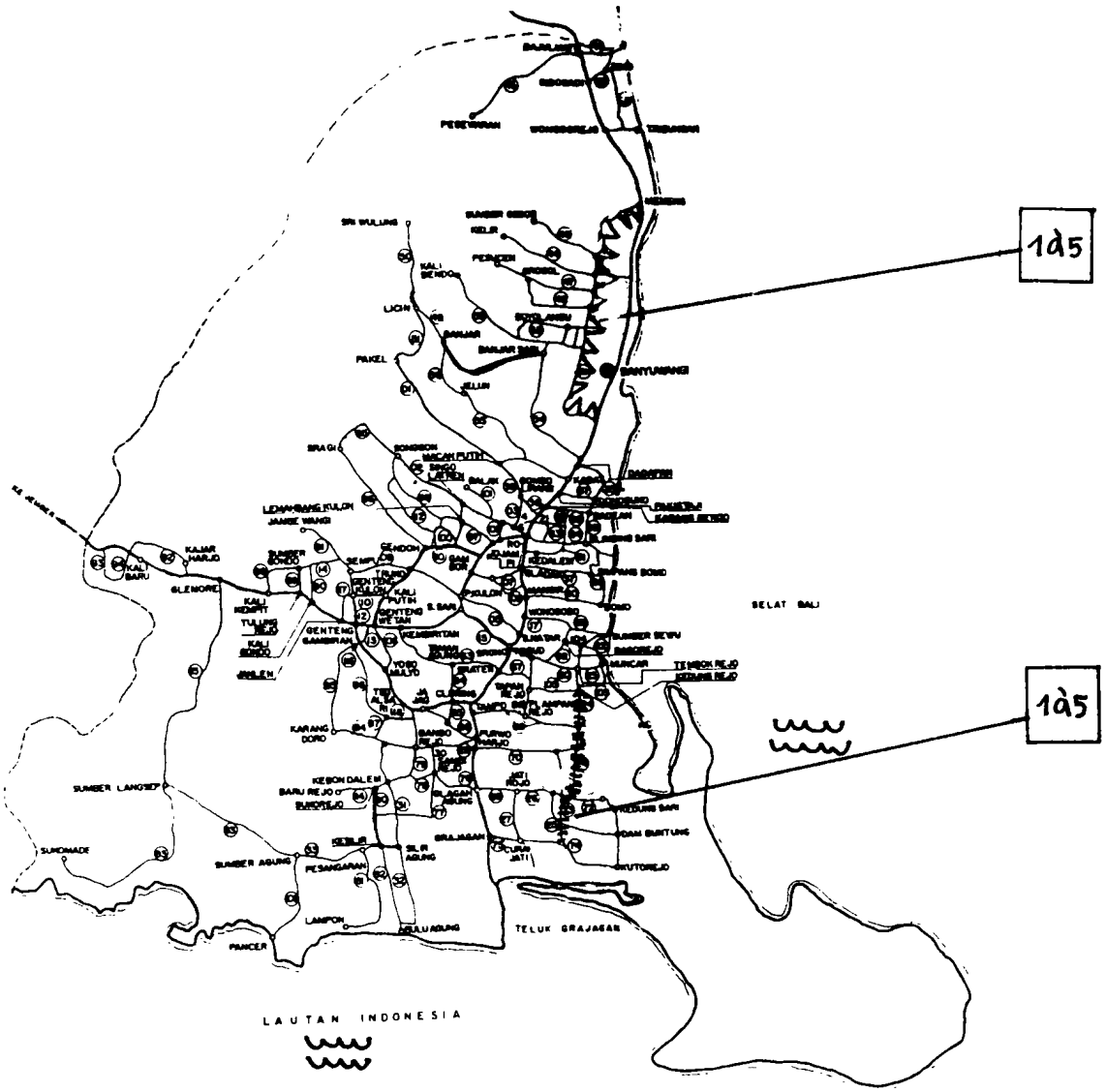


1 Période d'aménagement

- ① NO DE SECTION À AMENAGER
- SECTION DE VOIE À RENFORCER
- SECTION DE VOIE À AMÉLIORER
- CAPITAL DE DISTRICT
- COMMUNE RURALE
- ROUTE PROVINCIALE / DISTRICT
- ROUTE LOCALE / RURALE
- LIMITE DE DISTRICT

District :

JEMBER (09)

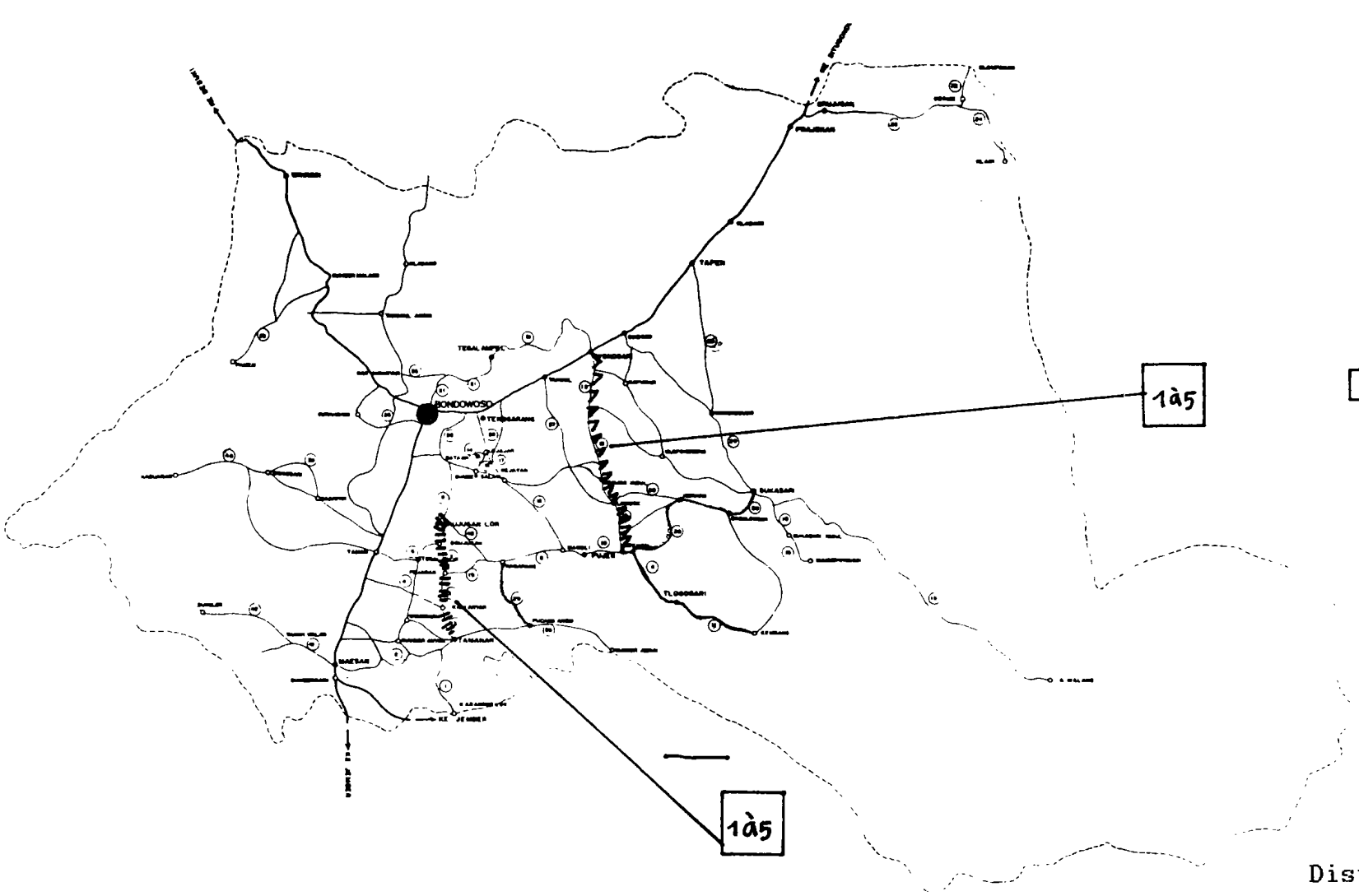


1 Période d'aménagement

- ① NO DE SECTION À AMENAGER
- SECTION DE VOIE À RENFORCER
- SECTION DE VOIE À AMÉLIORER
- CAPITAL DE DISTRICT
- COMMUNE RURALE
- ROUTE PROVINCIALE / DISTRICT
- ROUTE LOCALE / RURALE
- LIMITE DE DISTRICT

District :

BANYUWANGI (10)



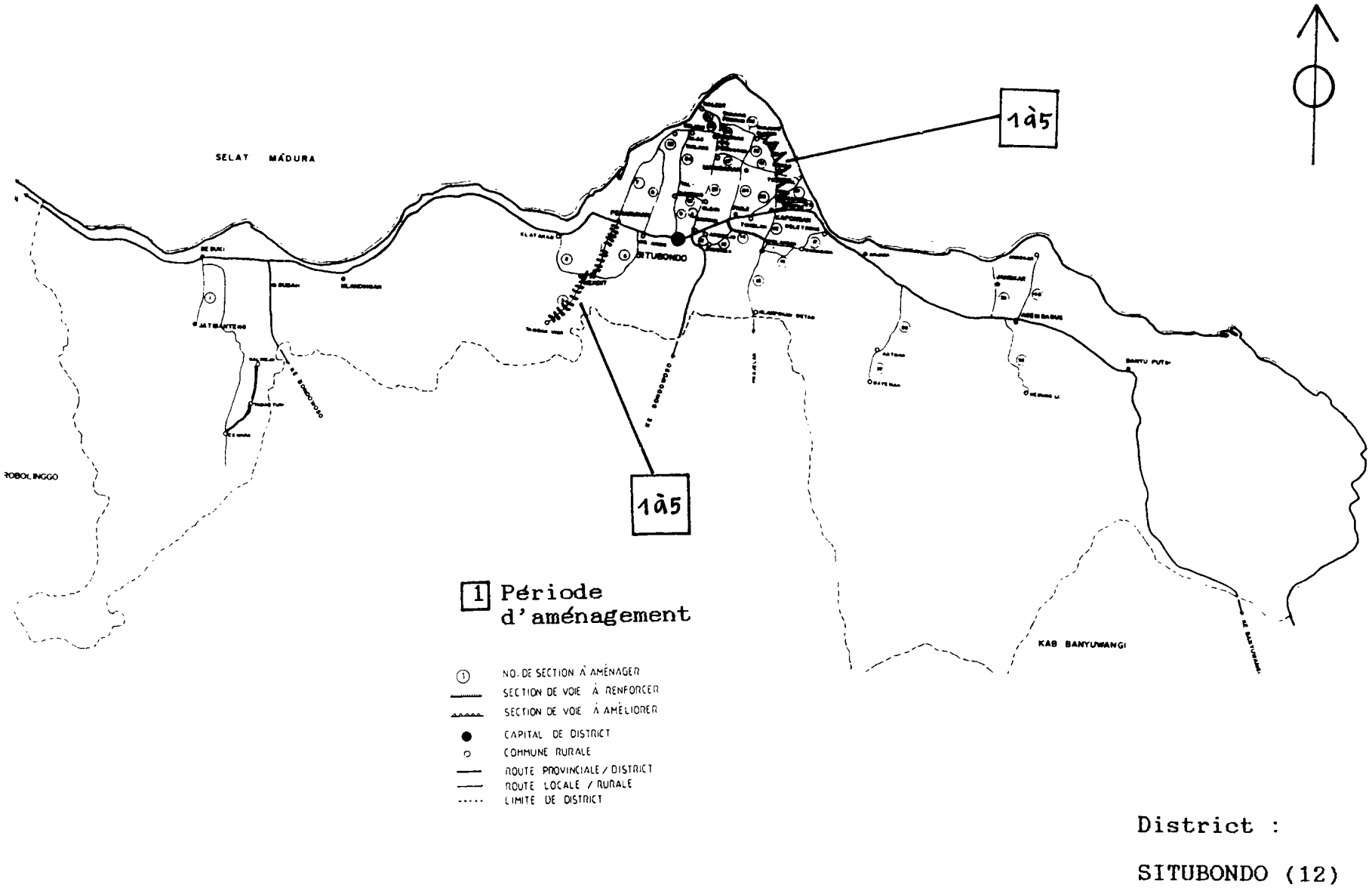
1 Période d'aménagement

① NO. DE SECTION À AMÉNAGER
SECTION DE VOIE À RENFORCER
SECTION DE VOIE À AMÉLIORER
CAPITAL DE DISTRICT
COMMUNE RURALE
ROUTE PROVINCIALE / DISTRICT
ROUTE LOCALE / RURALE
LIMITE DE DISTRICT

A. 77

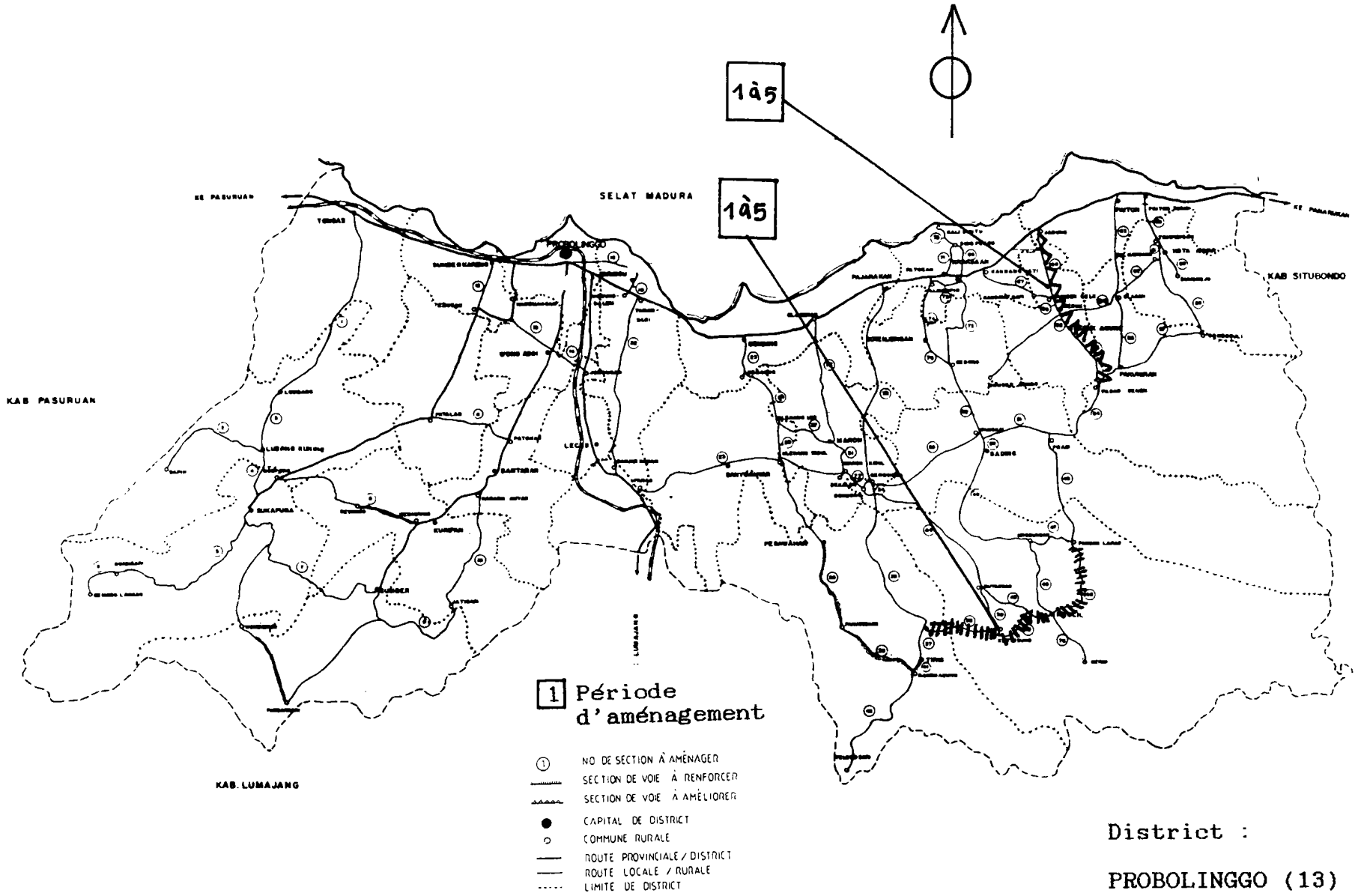
District :

BONDOWOSO (11)



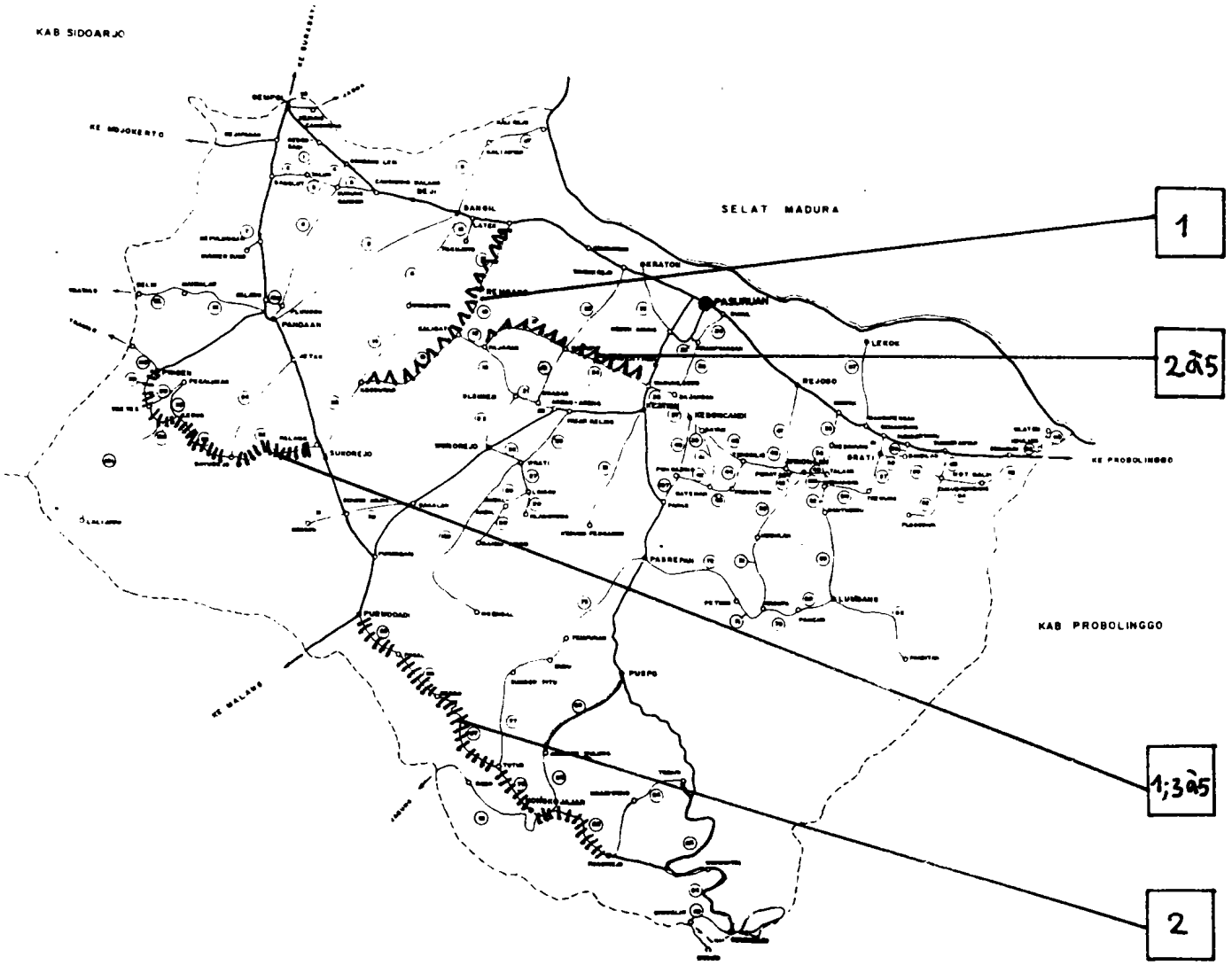
District :

SITUBONDO (12)



District :

PROBOLINGGO (13)

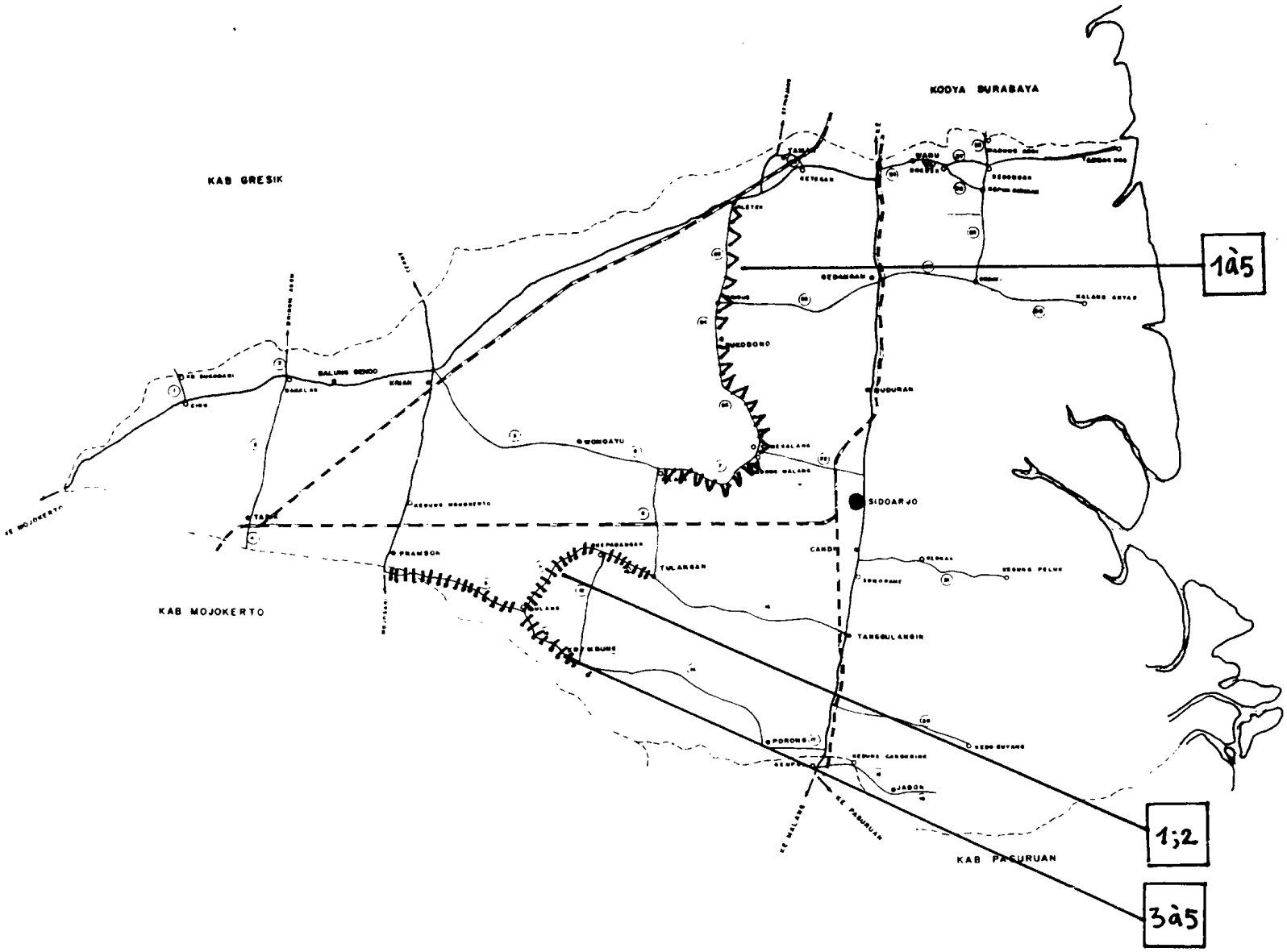


1 Période d'aménagement

① NO. DE SECTION À AMÉNAGER
SECTION DE VOIE À RENFORCER
SECTION DE VOIE À AMÉLIORER
CAPITAL DE DISTRICT
COMMUNE RURALE
ROUTE PROVINCIALE / DISTRICT
ROUTE LOCALE / RURALE
LIMITE DE DISTRICT

District :

PASURUAN (14)



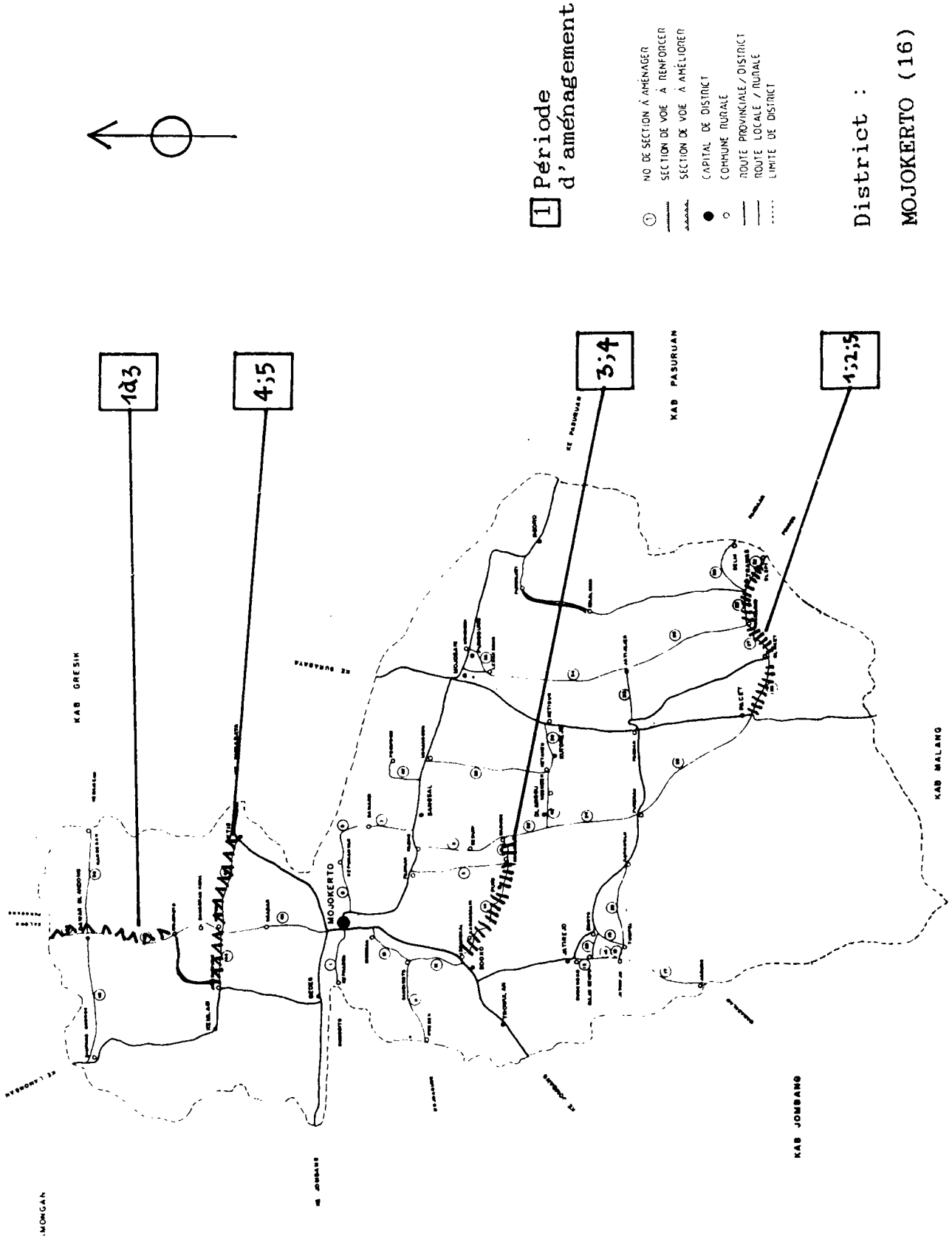
A.81

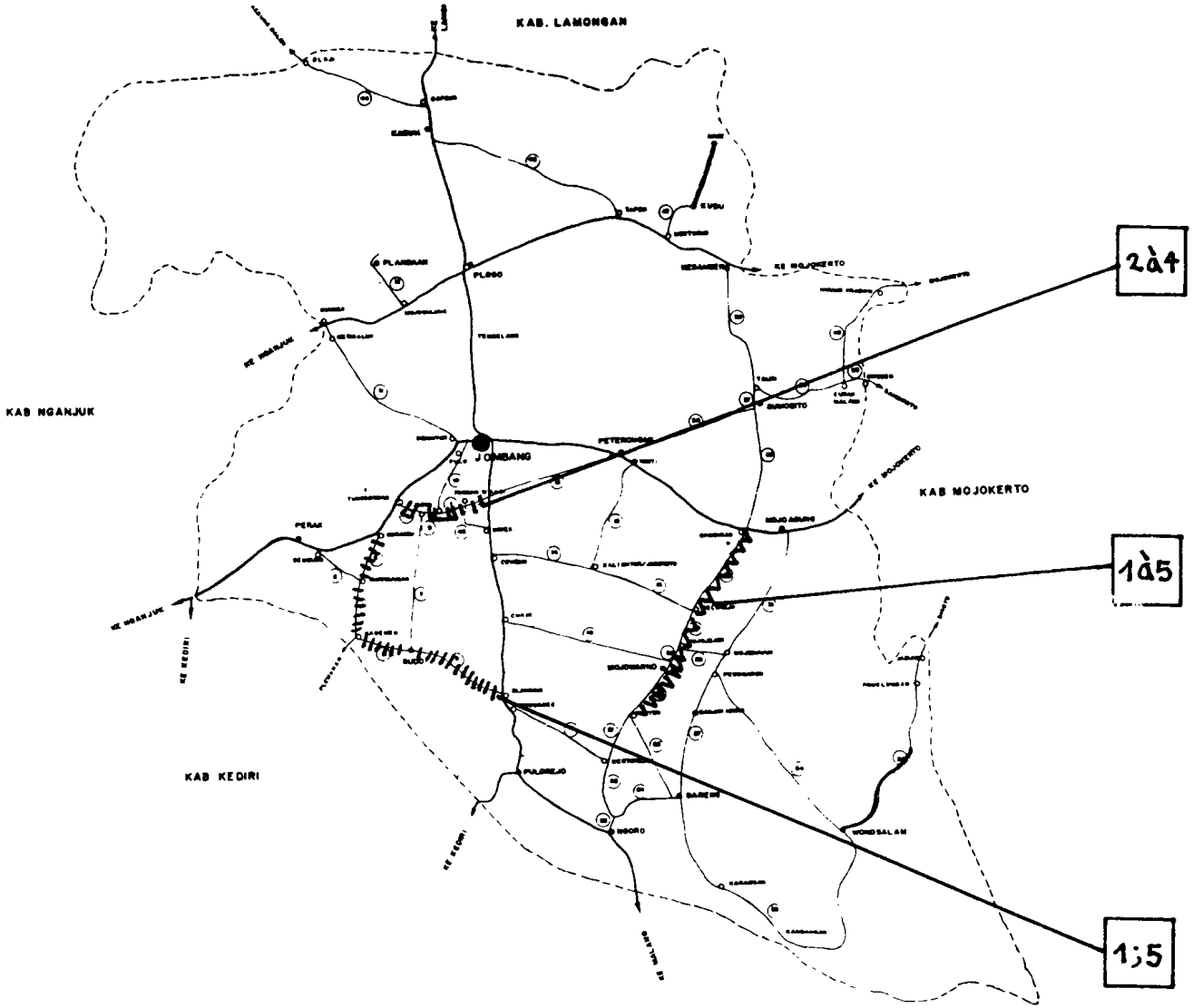
1 Période d'aménagement

① NO. DE SECTION À AMÉNAGER
SECTION DE VOIE À RENFORCER
SECTION DE VOIE À AMÉLIORER
CAPITAL DE DISTRICT
COMMUNE RURALE
ROUTE PROVINCIALE / DISTRICT
ROUTE LOCALE / RURALE
LIMITE DE DISTRICT

District :

SIDOARJO (15)


1 Période d'aménagement
NO DE SECTION À AMÉNAGER
SECTION DE VOIE À RENFORCER
SECTION DE VOIE À AMÉLIORER
CAPITAL DE DISTRICT
COMMUNE RURALE
ROUTE PROVINCIALE / DISTRICT
ROUTE LOCALE / RURALE
LIMITE DE DISTRICT
District :
MOJOKERTO (16)
1à3
4;5
3;4
1;2;5
KAB GRESIK
KAB PASURUAN
KAB MALANG
KAB JOMBANG
MOJOKERTO



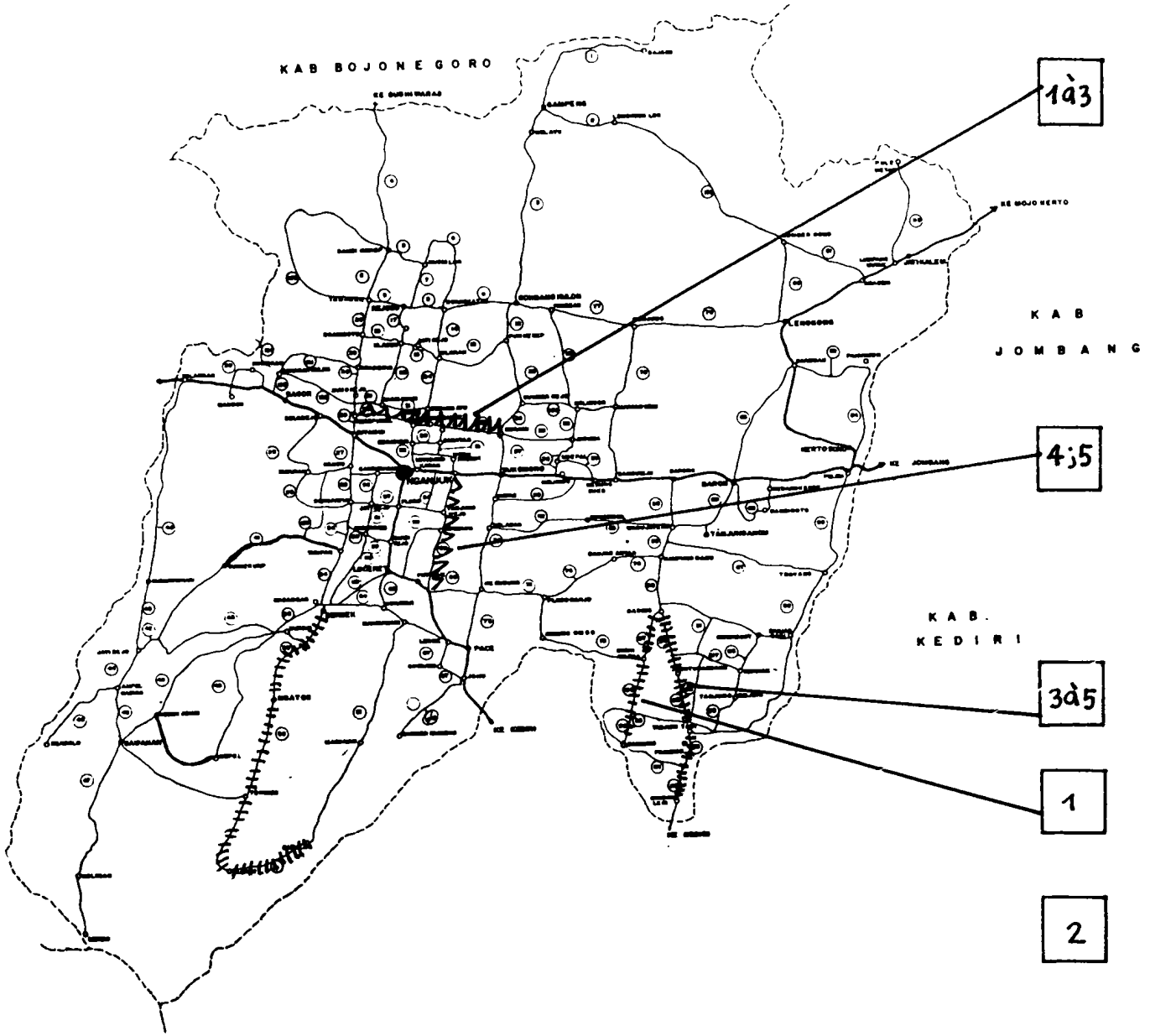
1 Période d'aménagement

- ① NO. DE SECTION À AMÉNAGER
- SECTION DE VOIE À RENFORCER
- SECTION DE VOIE À AMÉLIORER
- CAPITAL DE DISTRICT
- COMMUNE RURALE
- ROUTE PROVINCIALE / DISTRICT
- ROUTE LOCALE / RURALE
- LIMITE DE DISTRICT

District :

JOMBANG (17)

A.83

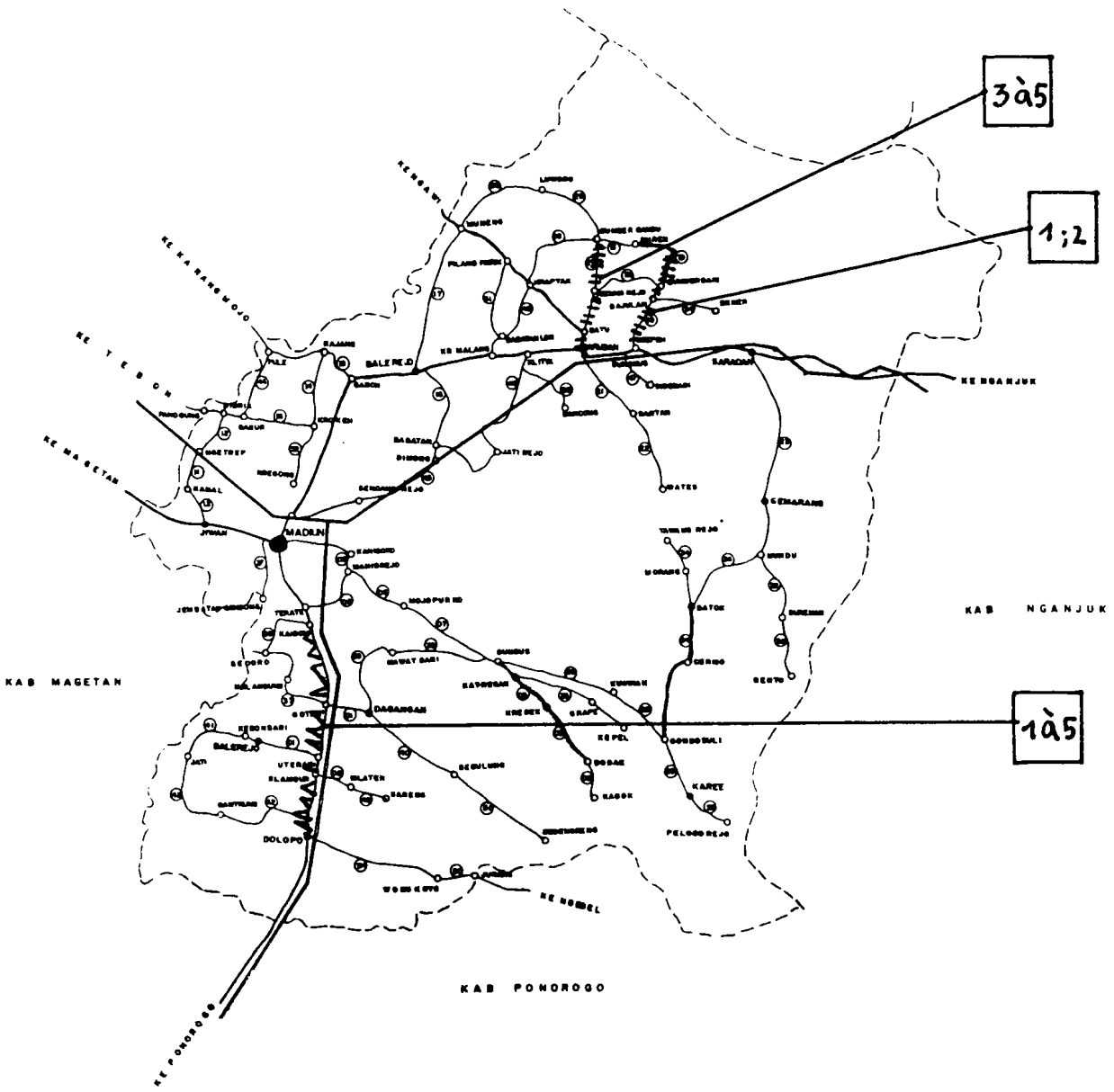


1 Période d'aménagement

① NO DE SECTION À AMÉNAGER
SECTION DE VOIE À RENFORCER
SECTION DE VOIE À AMÉLIORER
CAPITAL DE DISTRICT
COMMUNE RURALE
ROUTE PROVINCIALE / DISTRICT
ROUTE LOCALE / RURALE
LIMITE DE DISTRICT

District :

NGANJUK (18)



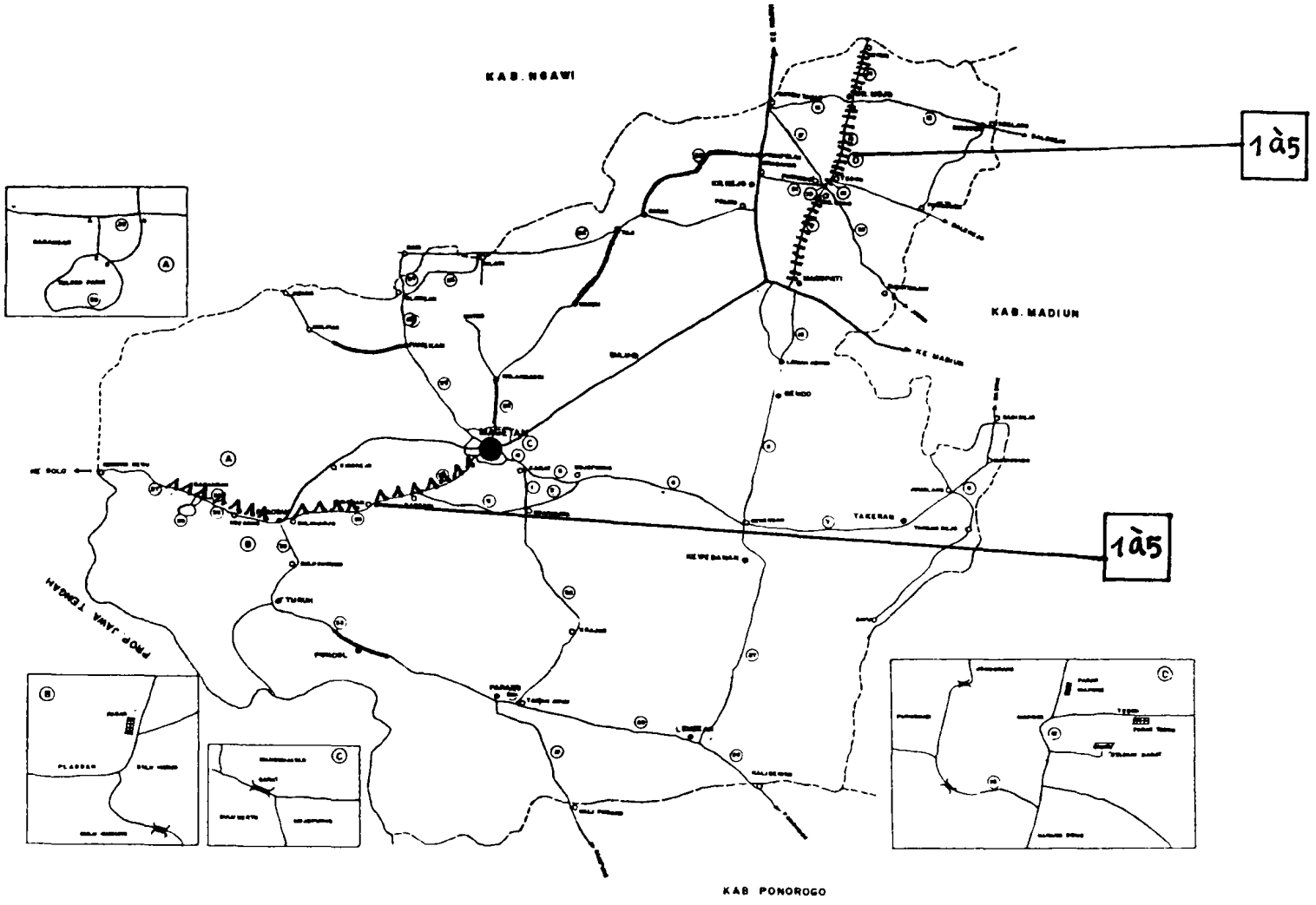
A.85

1 Période d'aménagement

- ① NO. DE SECTION À AMÉNAGER
- SECTION DE VOIE À RENFORCER
- SECTION DE VOIE À AMÉLIORER
- CAPITAL DE DISTRICT
- COMMUNE RURALE
- ROUTE PROVINCIALE / DISTRICT
- ROUTE LOCALE / RURALE
- LIMITE DE DISTRICT

District :

MADIUN (19)



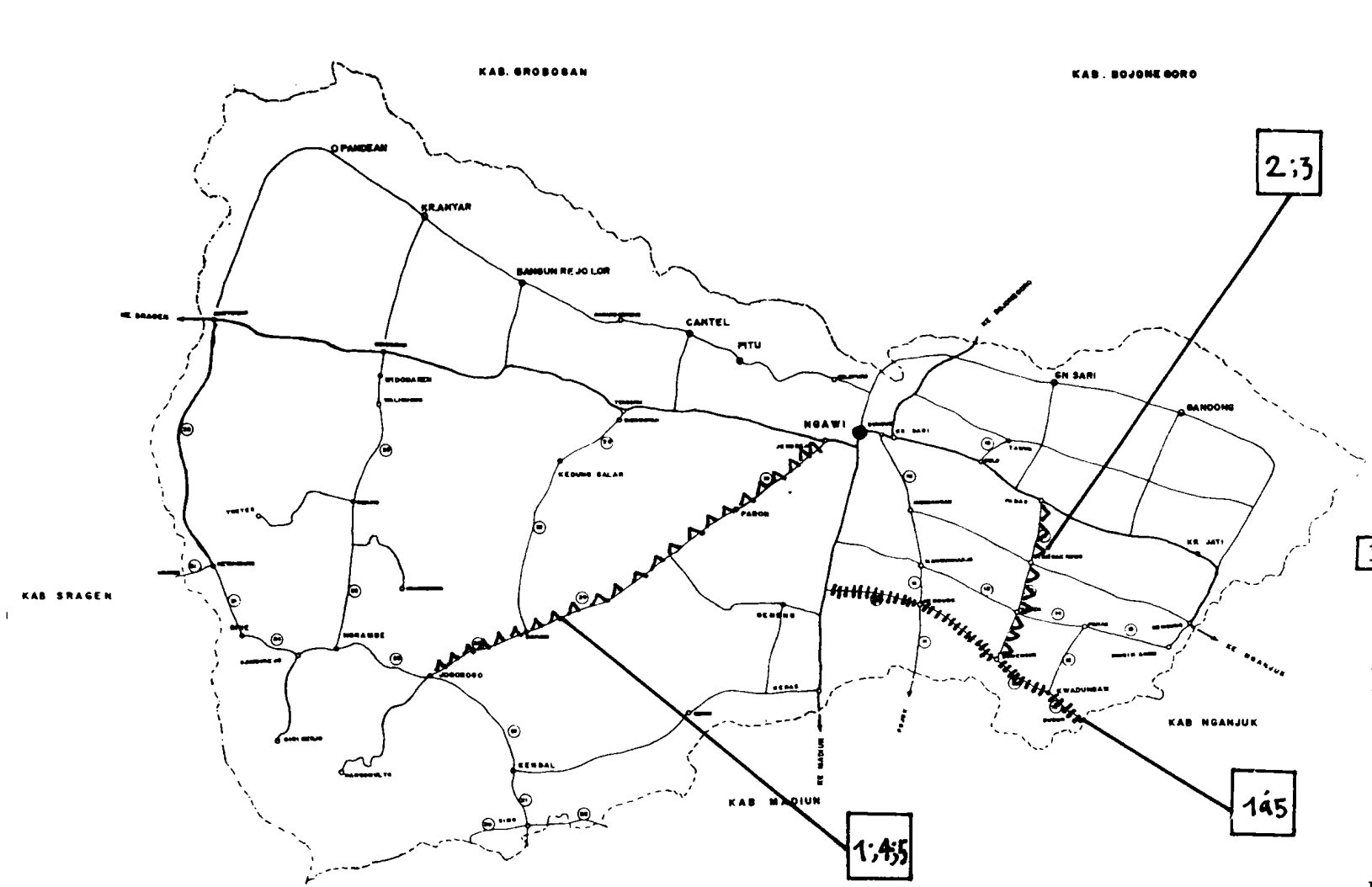
A.86

I Période d'aménagement

① NO DE SECTION À AMÉNAGER
SECTION DE VOIE À RENFORCER
SECTION DE VOIE À AMÉLIORER
CAPITAL DE DISTRICT
COMMUNE RURALE
ROUTE PROVINCIALE / DISTRICT
ROUTE LOCALE / RURALE
LIMITE DE DISTRICT

District :

MAGETAN (20)



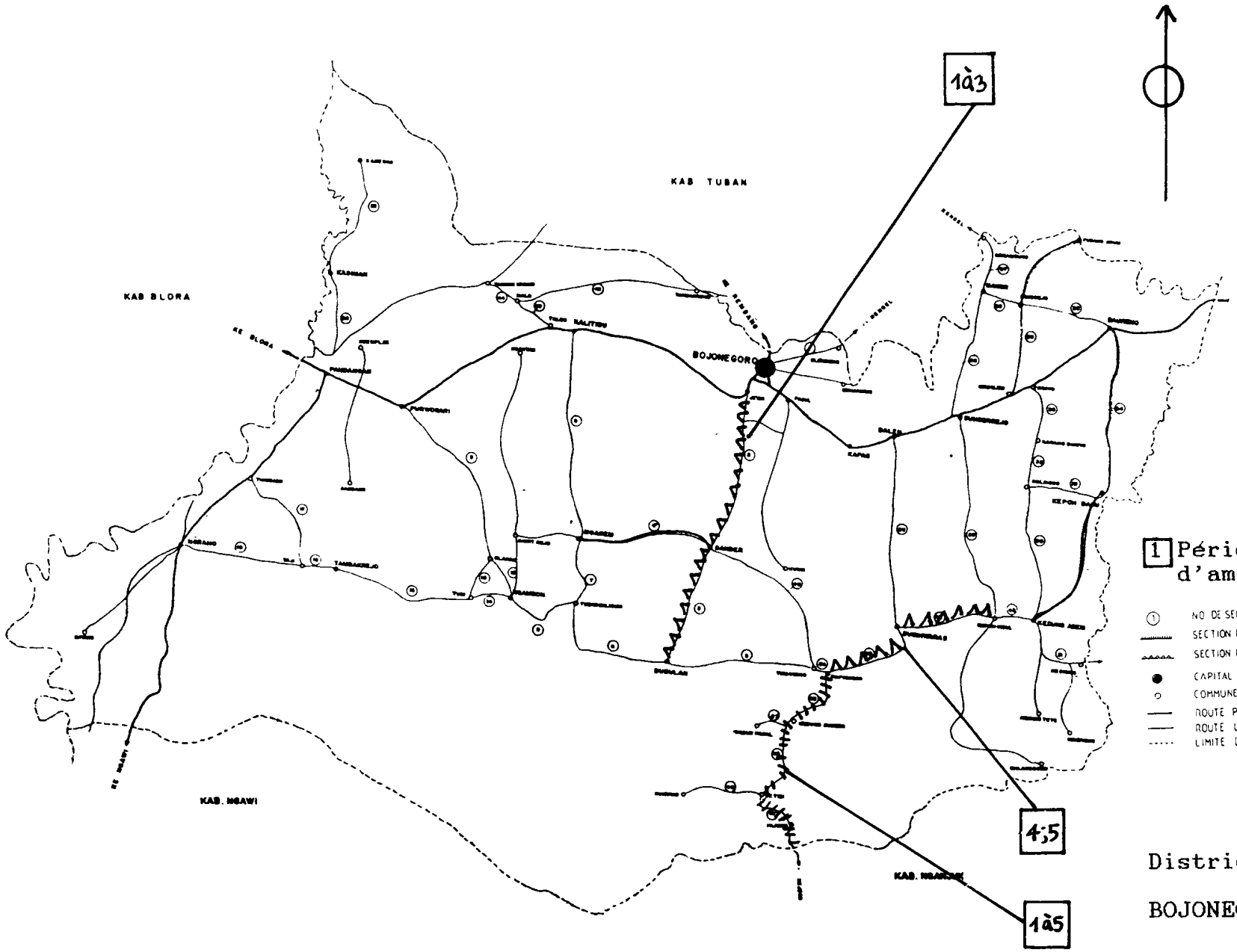
A.87

1 Période d'aménagement

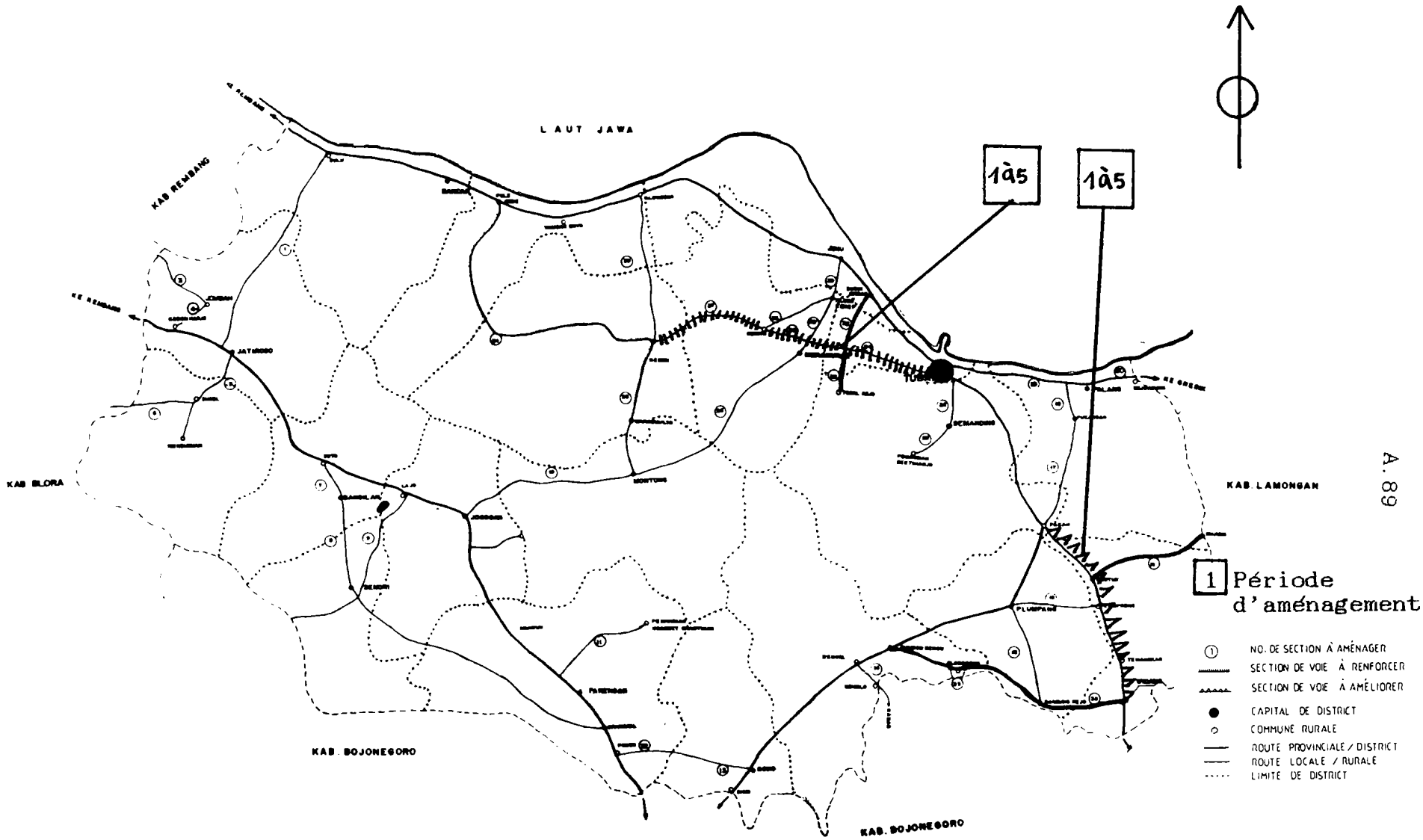
- NO DE SECTION À AMÉNAGER
- SECTION DE VOIE À RENFORCER
- SECTION DE VOIE À AMÉLIORER
- CAPITAL DE DISTRICT
- COMMUNE RURALE
- ROUTE PROVINCIALE / DISTRICT
- ROUTE LOCALE / RURALE
- LIMITE DE DISTRICT

District :

NGAWI (21)


1à3
KAB TUBAN
KAB BLORA
BOJONEGORO
KAB. NGAWI
4;5
1à5
1 Période d'aménagement
① NO DE SECTION À AMÉNAGER
SECTION DE VOIE À RENFORCER
SECTION DE VOIE À AMÉLIORER
CAPITAL DE DISTRICT
COMMUNE RURALE
ROUTE PROVINCIALE / DISTRICT
ROUTE LOCALE / RURALE
LIMITE DE DISTRICT
District :
BOJONEGORO (22)

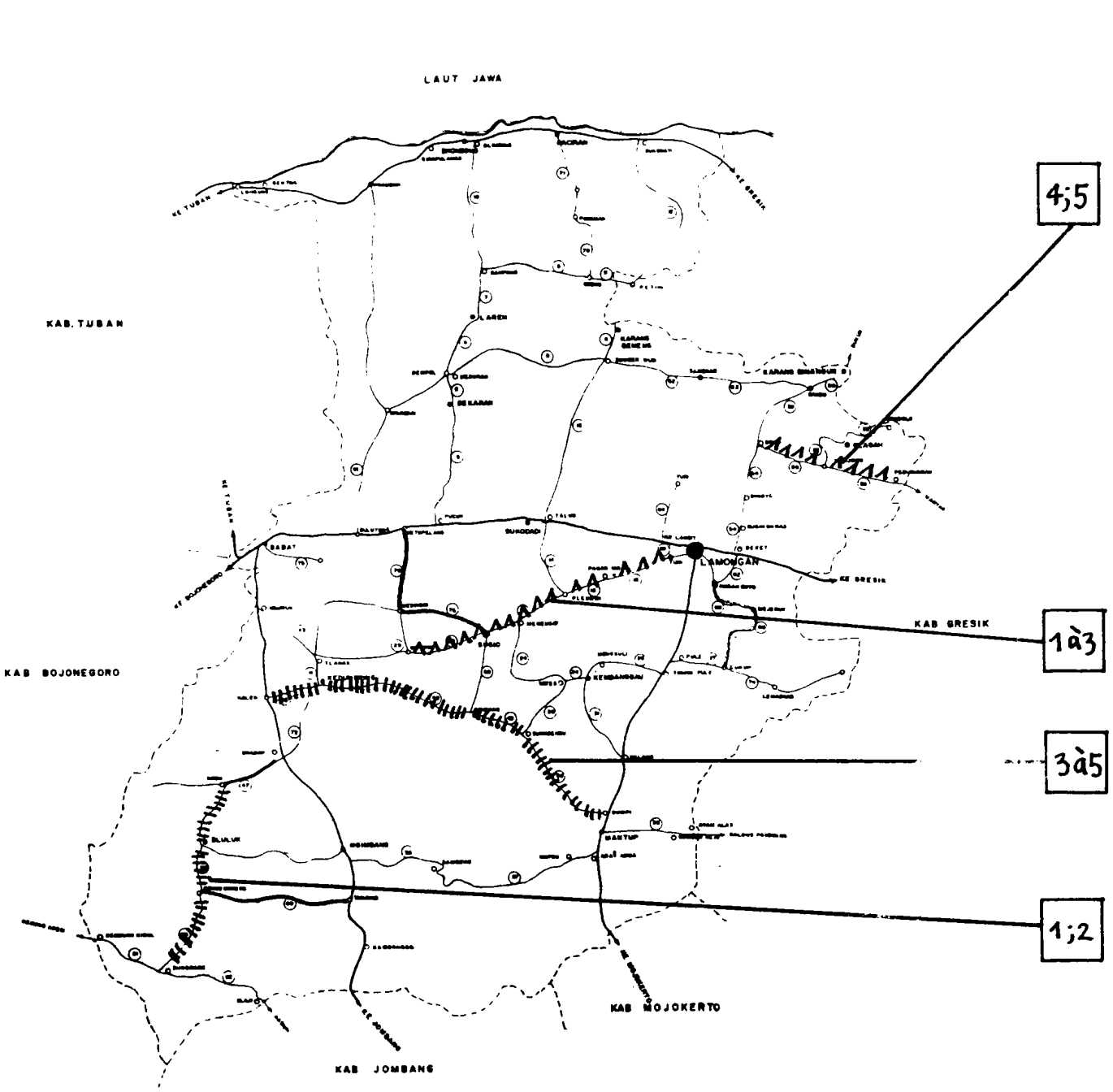
A. 88



A.89

District :

TUBAN (23)



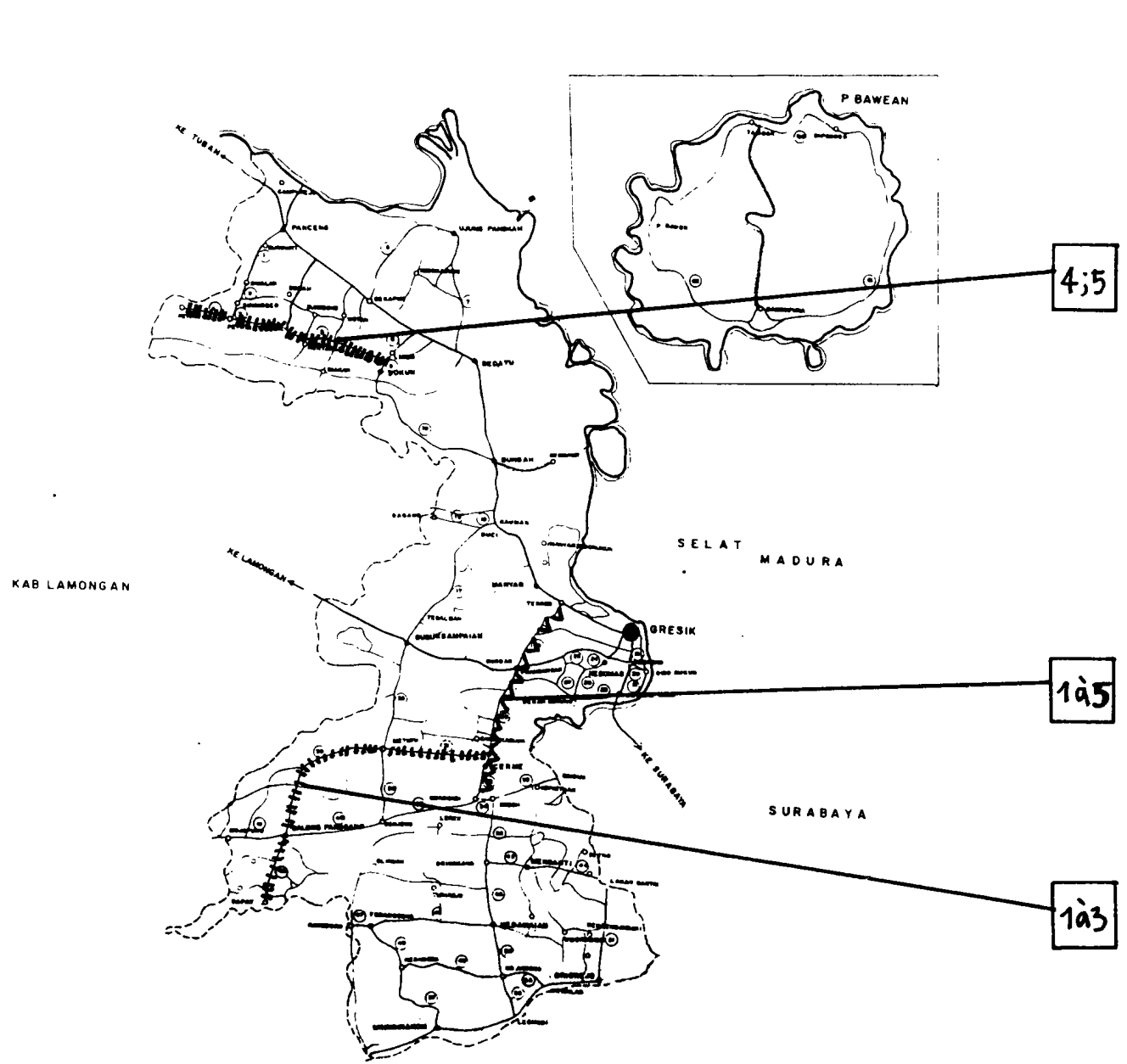
1 Période d'aménagement

- ① NO. DE SECTION À AMÉNAGER
- SECTION DE VOIE À RENFORCER
- SECTION DE VOIE À AMÉLIORER
- CAPITAL DE DISTRICT
- COMMUNE RURALE
- ROUTE PROVINCIALE / DISTRICT
- ROUTE LOCALE / RURALE
- LIMITE DE DISTRICT

District :

LAMONGAN (24)

A.90

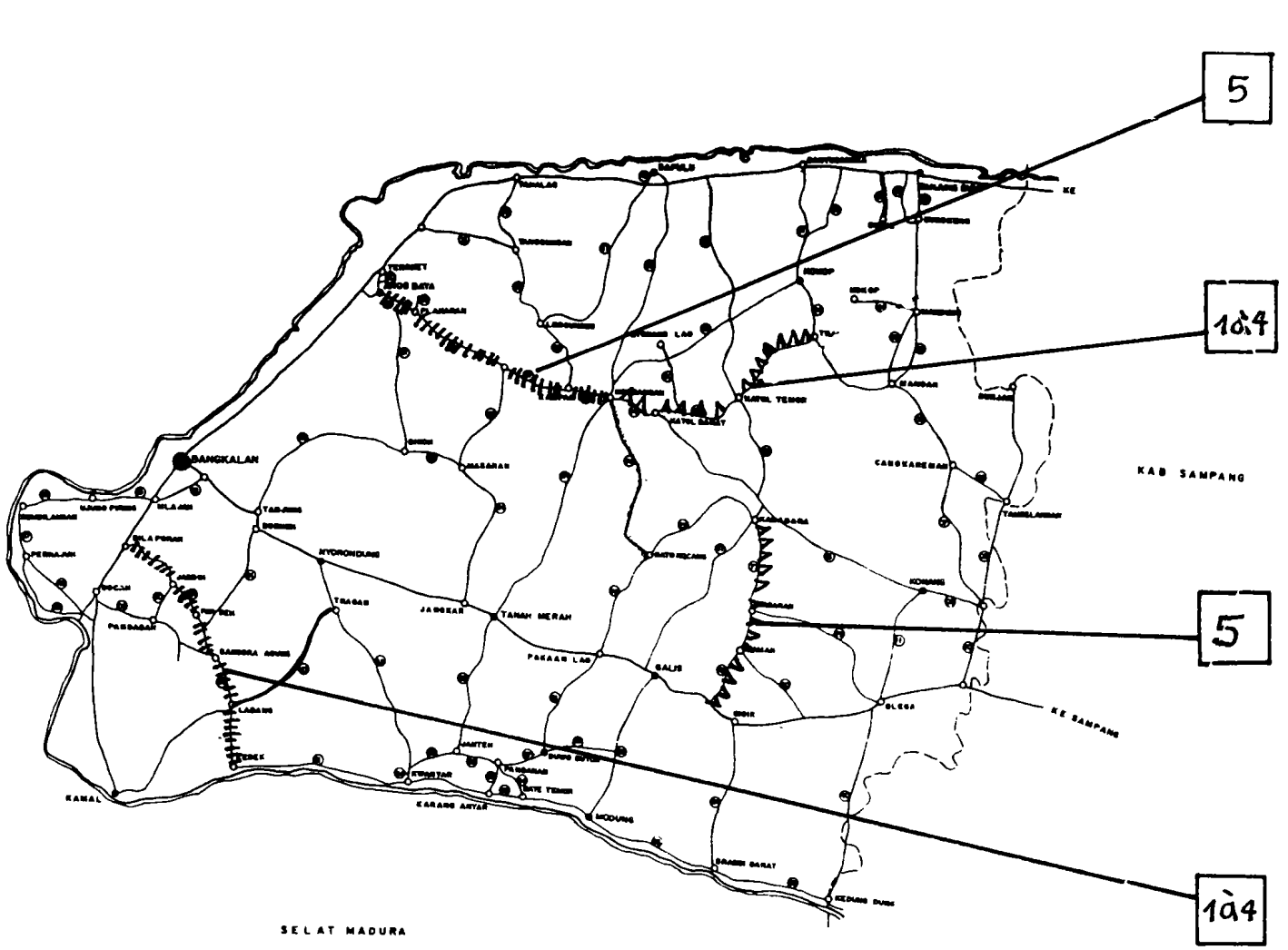


1 Période d'aménagement

① NO DE SECTION À AMÉNAGER
SECTION DE VOIE À RENFORCER
SECTION DE VOIE À AMÉLIORER
CAPITAL DE DISTRICT
COMMUNE RURALE
ROUTE PROVINCIALE / DISTRICT
ROUTE LOCALE / RURALE
LIMITE DE DISTRICT

District :

GRESIK (25)



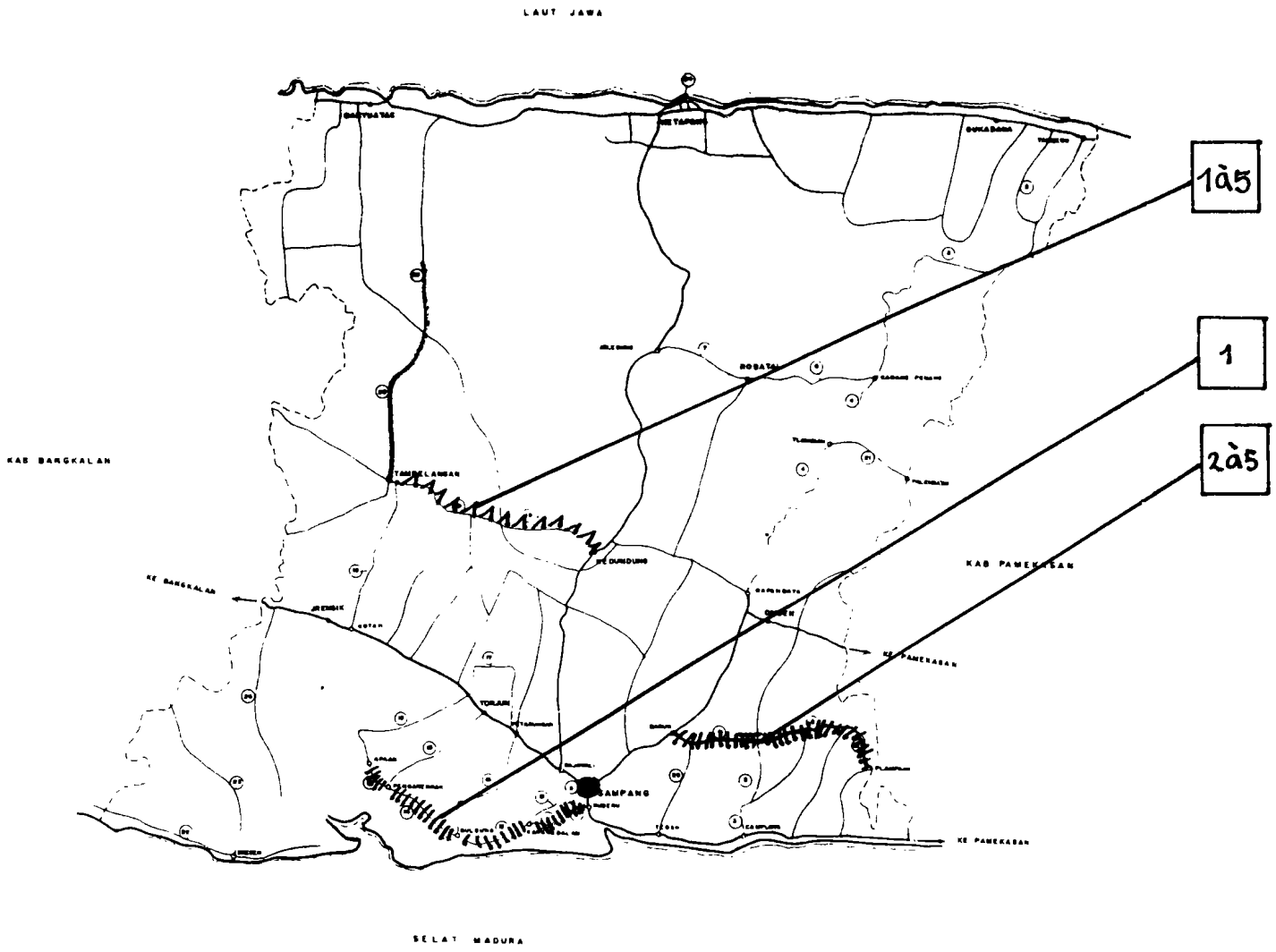
1 Période d'aménagement

- ① NO. DE SECTION À AMÉNAGER
- SECTION DE VOIE À RENFORCER
- SECTION DE VOIE À AMÉLIORER
- CAPITAL DE DISTRICT
- COMMUNE RURALE
- ROUTE PROVINCIALE / DISTRICT
- ROUTE LOCALE / RURALE
- LIMITE DE DISTRICT

District :

BANGKALAN (26)

A.92



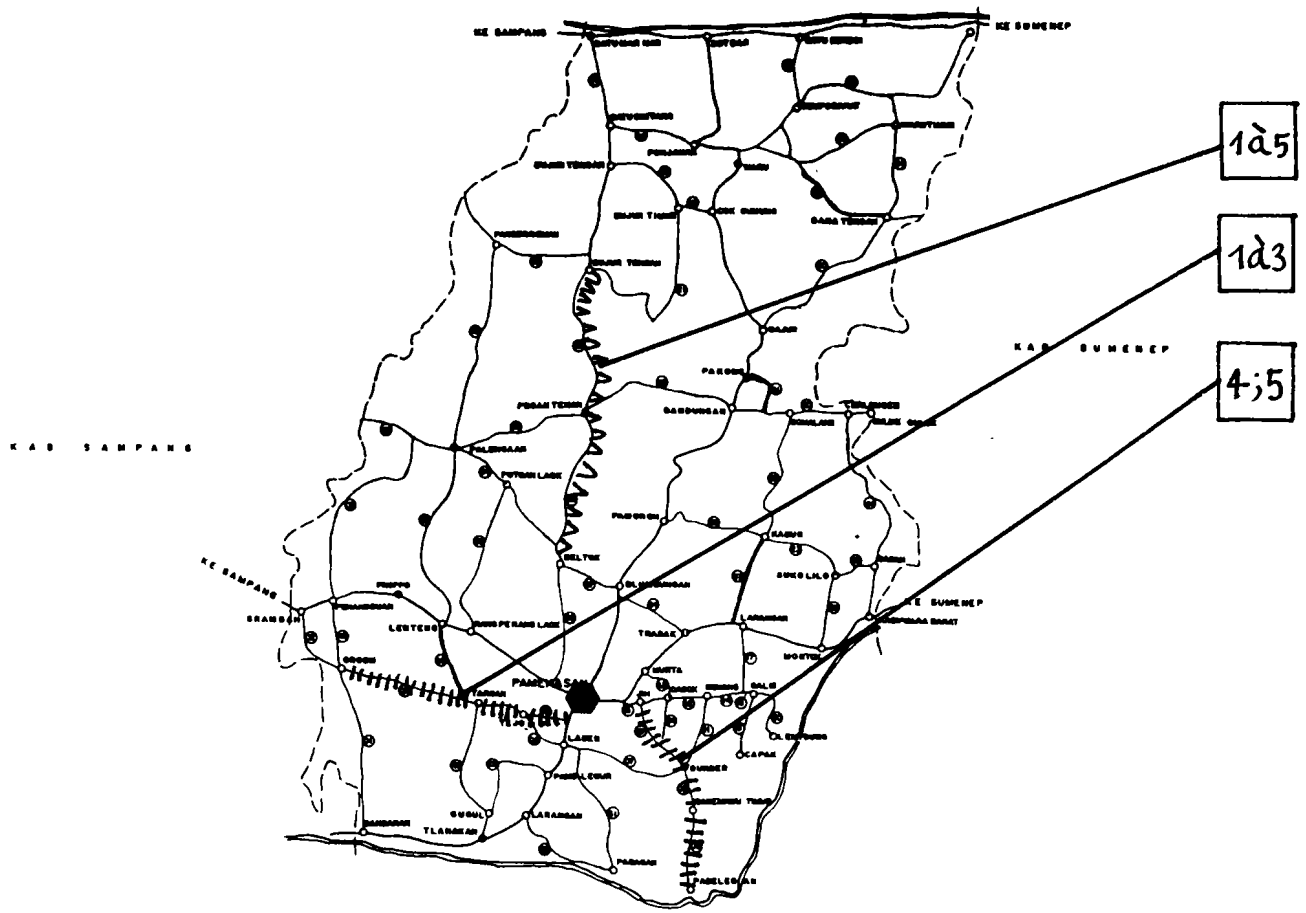
1 Période d'aménagement

- ① NO DE SECTION À AMÉNAGER
- SECTION DE VOIE À RENFORCER
- SECTION DE VOIE À AMÉLIORER
- CAPITAL DE DISTRICT
- COMMUNE RURALE
- ROUTE PROVINCIALE / DISTRICT
- ROUTE LOCALE / RURALE
- LIMITE DE DISTRICT

District :

SAMPANG (27)

A.93

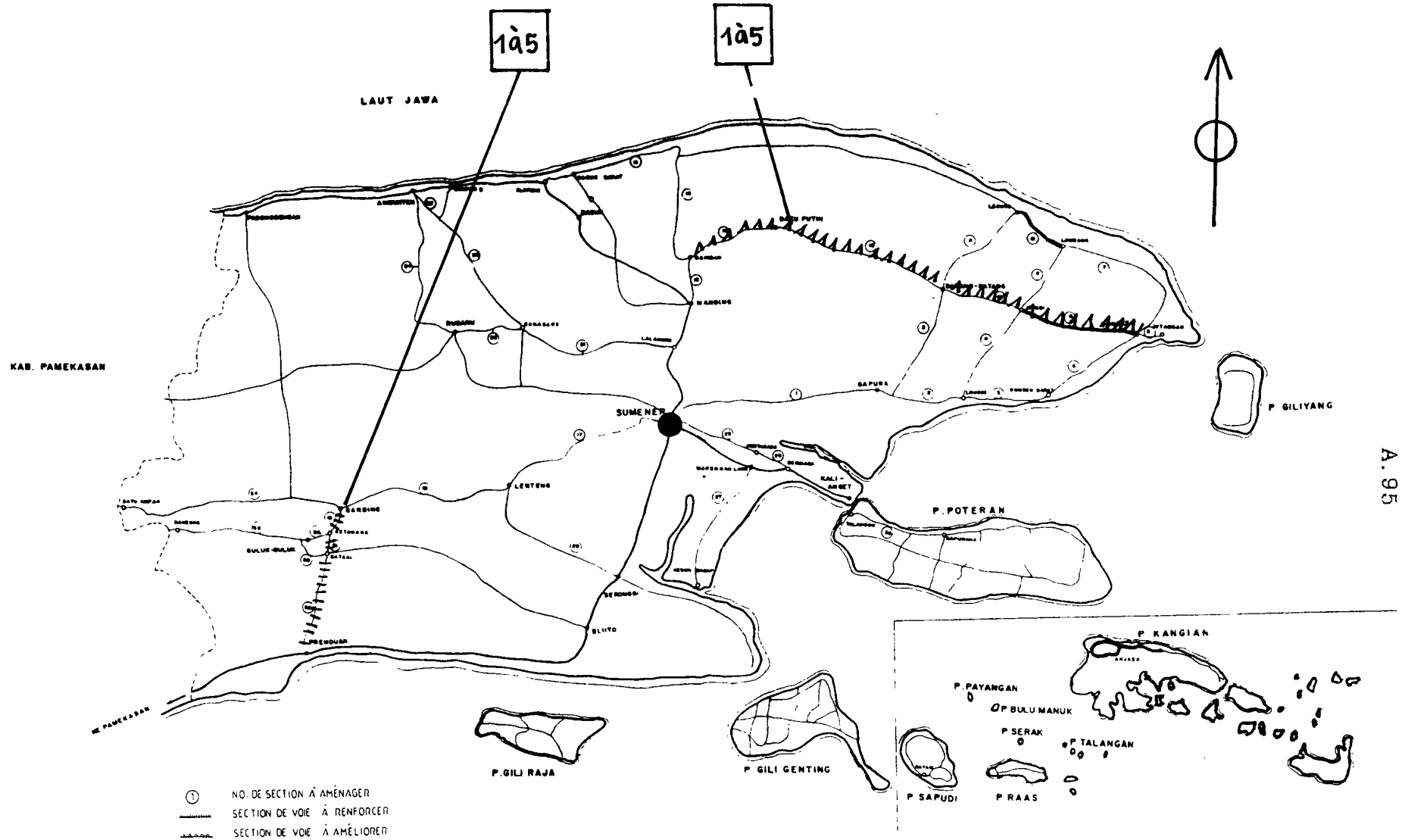


1 Période d'aménagement

① NO DE SECTION À AMÉNAGER
SECTION DE VOIE À RENFORCER
SECTION DE VOIE A AMÉLIORER
CAPITAL DE DISTRICT
COMMUNE RURALE
ROUTE PROVINCIALE / DISTRICT
ROUTE LOCALE / RURALE
LIMITE DE DISTRICT

District :

PAMEKASAN (28)



A.95

1 Période d'aménagement

District :

SUMENEP (29)