



**NATIONS UNIES**  
**CONSEIL ÉCONOMIQUE ET SOCIAL**

Distr.  
LIMITÉE

E/CN.14/HOU/102  
4 mai 1973

FRANCAIS  
Original : ANGLAIS

COMMISSION ECONOMIQUE POUR L'AFRIQUE

**INVESTISSEMENTS DANS L'INFRASTRUCTURE POUR LE DEVELOPPEMENT**

**TABLE DES MATIERES**

|   | <u>Paragraphes</u> | <u>Page</u> |
|---|--------------------|-------------|
| Introduction - - - - -  | 1 - 3              | 1           |
| Croissance de la population, urbanisation et utilisation des terres - - - - - | 4 - 9              | 1           |
| Structures primaires - - - - -  | 10                 | 3           |
| Structure secondaires - - - - -   | 11                 | 3           |
| Structures tertiaires - - - - -   | 12 - 19            | 3           |
| Considérations fondamentales - - - - -  | 20 - 25            | 4           |
| Coûts et normes - - - - -   | 26 - 31            | 6           |
| Techniques utilisables - - - - -  | 32                 | 8           |
| Routes - - - - -  | 33 - 34            | 8           |
| Alimentation en eau - - - - -   | 35 - 38            | 9           |
| Elimination des déchets - - - - -   | 39 - 42            | 10          |
| Les investissements dans l'infrastructure en Afrique                          | 43 - 48            | 11          |
| Conclusion - - - - -  | 49 - 50            | 12          |

## INVESTISSEMENTS DANS L'INFRASTRUCTURE POUR LE DEVELOPPEMENT

### Introduction

1. Au fur et à mesure que le développement progresse, la société traditionnelle dans laquelle chaque groupe subvient par lui-même à ses propres besoins en nourriture, en vêtement et en logement, commence à se spécialiser. Cette spécialisation prend la forme d'un usage rationnel des ressources de base pour répondre aux besoins ainsi que d'une intensification de cet usage - la spécialisation. Ainsi, le développement implique une spécialisation et le degré de spécialisation est un indice du niveau de développement industriel; la production de biens et de services par des moyens mécaniques. La nécessité d'une spécialisation procède notamment d'une demande croissante de ressources de base de la part de la population; la spécialisation prend des formes multiples: mécanisation de l'agriculture, industrialisation, spécialisation de l'emploi et utilisation spécialisée des terres pour l'industrie, les établissements humains, l'agriculture et d'autres activités humaines.

2. L'utilisation spécialisée des terres pour diverses activités économiques et sociales suppose deux conditions, à savoir:

- i) La dispersion des activités sur le territoire, répondant aux conditions d'une utilisation rationnelle;
- ii) L'intensification de l'activité dans toute localité choisie. Ces deux conditions exigeraient pour être réalisées des liaisons de communication et un équipement structural convenables.

3. On peut définir l'infrastructure comme les structures physiques et le matériel (et les services qu'ils impliquent) requis pour susciter et maintenir certaines activités économiques et sociales souhaitées. A partir de cette définition générale, le présent document se limitera à l'infrastructure urbaine et interurbaine, à savoir les routes principales et les routes de desserte, les systèmes d'alimentation en eau, de drainage, d'égout et d'élimination des déchets, l'électricité et les télécommunications, et leurs incidences sur le développement urbain et l'utilisation des terres. Il serait intéressant d'examiner pour commencer les raisons pour lesquelles l'urbanisation et l'industrialisation sont nécessaires, puis l'utilisation des ressources (financières, physiques et humaines) pour le développement rationnel de l'infrastructure sera traitée comme sujet principal du présent document.

### Croissance de la population, urbanisation et utilisation des terres

4. Comme on l'a vu plus haut, la croissance de la population appelle l'industrialisation et la spécialisation qui l'accompagne dans tous les aspects de la vie. En ce qui concerne la terre, cette spécialisation prend deux formes principales:

- i) Terres pour les peuplements humains;
- ii) Terres pour la production.

A l'échelon national, on pourrait pousser schématiquement la spécialisation comme l'indique le tableau 1.

5. Le passage dans l'espace d'un type d'utilisation à un autre dépendrait des préférences sociales, de la géologie et des sols et, surtout, d'une politique nationale, déterminée par la considération de tous les besoins nationaux, dont l'ampleur est fonction de la dimension de la population et du niveau (qualitatif) auquel ces besoins doivent être satisfaits. Ainsi, pour des ressources et une population données, seul un certain niveau qualitatif peut être atteint; nous ne pouvons agir sur la qualité que si nous pouvons agir sur la dimension de la population. Il y a lieu d'insister sur ce point car il est essentiel pour le processus de développement et surtout parce que nous vivons dans une ère de "grandes espérances" où l'on exige une qualité croissante, dans tous les aspects de la vie. De plus, les conditions écologiques ne permettent qu'une certaine intensité de l'utilisation, c'est-à-dire un certain degré de spécialisation au-delà duquel les systèmes de développement subiraient une rupture.

6. Toute l'Afrique marque une tendance à l'urbanisation. Cette tendance s'est accentuée au cours des années 60 et la plupart des villes, qui connaissent une croissance de 8 à 12 p. 100, manquent de l'infrastructure de base requise pour faire face à un accroissement aussi rapide de la population. Les villes africaines sont caractérisées par des bidonvilles et des colonies de squatters, qui menacent d'envahir les agglomérations dont ils sont les satellites.

7. La situation est aggravée par le manque de possibilités d'emploi, qui se traduit par un taux de criminalité élevé, des comportements antisociaux et le manque de sécurité. Les Etats africains sont en général incapables d'assurer les investissements de base nécessaires pour la création de possibilités d'emploi suffisantes. La figure 1 indique que durant la période 1930 à 2000, la population urbaine aura quadruplé mais que les investissements n'auront guère plus que doublé.

8. Pourtant il y a un afflux continu (12 p. 100 ou plus) de ruraux vers les zones urbaines; le résultat est que les zones rurales manquent de main-d'oeuvre et que les zones urbaines en regorgent. Aucun gouvernement n'a encore réussi à résoudre ce problème. C'est dans cette optique qu'il faut voir la mise en place d'une infrastructure pour le développement.

9. Le développement urbain doit être considéré comme une activité essentielle pour la mise en place de l'infrastructure puisque c'est par lui que nous organisons l'espace territorial pour une activité économique normale. On peut classer comme suit les types d'infrastructure nécessaires pour le développement. Ce classement n'est nullement complet. Il n'a qu'un caractère indicatif.

#### Structures primaires

10. i) Le système de centres nationaux urbains reliés par les grandes artères routières, les voies navigables et les lignes de télécommunication;
- ii) Les systèmes de production d'énergie et le réseau électrique national;
- iii) Les systèmes de production et de distribution industrielles, le commerce et les finances;

- iv) Les ports et les centres d'échange mer-terre-air;
- v) Les centres d'enseignement supérieur, de recherche et de diffusion des connaissances;
- vi) Les centres de production, de transformation et de stockage de denrées alimentaires.

#### Structures secondaires

11. Unités secondaires de tous les systèmes indiqués ci-dessus, telles que voisinages urbains, infrastructure urbaine, alimentation en eau, etc. Nous examinerons ce secteur dans ce document car il est le plus important du point de vue des investissements et de la couverture nationale.

#### Structures tertiaires

12. Structures pour la production et l'entretien des systèmes primaires et secondaires d'infrastructure.

13. L'étude de la classification et de l'organisation de l'infrastructure est encore rudimentaire. On a abordé la question pour souligner la nécessité de coordonner les efforts tendant à utiliser les terres de façon à implanter une infrastructure dans l'ensemble du territoire; il s'agit nécessairement d'un effort multidisciplinaire qui doit être fondé sur des décisions prises à l'échelon central.

14. L'infrastructure en matière d'éducation doit commencer par les écoles éloignées pour arriver jusqu'aux universités, et tout le système d'éducation doit être conçu en fonction du système de production et des possibilités d'emploi; l'ensemble du système d'infrastructure national doit donc se développer de façon équilibrée, faute de quoi des investissements se trouveront gaspillés.

15. Le système urbain, avec ses routes et autres réseaux, caractérise l'économie d'un pays. Les besoins en terre liés à son développement devront être déterminés compte tenu de la population et de la nature des terrains disponibles. La situation en Afrique est indiquée au tableau 2.

Tableau 2: Densités de population en Afrique

|                    | <u>Habitants/km<sup>2</sup></u> | <u>Population rurale/km<sup>2</sup></u> | <u>de terres arables</u> |
|--------------------|---------------------------------|---|--------------------------|
|                    | <u>Superficie totale</u>        | <u>Terres arables</u>                   |                          |
| Afrique            | 11                              | 135                                     | 114                      |
| Afrique du Nord    | 10                              | 235                                     | 175                      |
| Afrique de l'Ouest | 16                              | 146                                     | 126                      |
| Afrique du Centre  | 6                               | 46                                      | 42                       |
| Afrique de l'Est   | 15                              | 183                                     | 172                      |
| Reste de l'Afrique | 8                               | 194                                     | 110                      |

Sources: CEA, Guide démographique de l'Afrique.

16. Les statistiques nationales n'indiquent que quatre grandes catégories pour l'utilisation des terres: terres arables, surfaces immergées non arables, terres indéfrichables et réserves. Les statistiques globales ne fournissent guère d'informations à moins que la subdivision des terres soit suffisamment détaillée pour indiquer les densités auxquelles les terres disponibles pour les établissements humains pourraient être utilisées.

17. Les terres disponibles pour les usages suivants devraient être indiquées:

- i) Agriculture, forêts et espaces verts, réserves;
- ii) Surfaces immergées;
- iii) Mines et carrières;
- iv) Industrie et développement urbain;
- v) Infrastructure primaire et réseaux routiers nationaux;
- vi) Terres indéfrichables, normalement inutilisables pour le développement.

Pour les rubriques iv) et v) il faudrait indiquer la politique nationale en matière d'infrastructure et de développement urbain.

18. Le tableau 2 met clairement en évidence la rareté des terres agricoles ainsi que le degré d'urbanisation. Il en ressort qu'en Afrique de l'Ouest 11 p. 100 des terres sont arables et que la population est encore rurale à 86 p. 100. En Afrique de l'Est, les chiffres correspondants sont de 8,2 pour cent et 94 pour cent respectivement et pour l'ensemble du continent de 8,1 et 84 p. 100.

19. En moyenne, les terres disponibles en Afrique pour des activités non agricoles représentent en moyenne 840 m<sup>2</sup> par personne, dont 30 p. 100 seulement pourraient convenir à l'infrastructure, au développement industriel et à l'urbanisation, soit 280 m<sup>2</sup> par personne. Ces chiffres varient certainement d'un pays à l'autre, mais ils indiquent que la situation n'est pas aussi favorable qu'on l'imagine en général. A supposer par exemple un chiffre de 0,2 ha par personne d'espace disponible pour l'urbanisation, il pourrait s'agir aussi du maximum par famille mais même dans ce cas, cette famille devrait être disposée à payer les frais élevés d'infrastructure qu'implique cette densité de peuplement. Quoi qu'on fasse à cet égard, il convient de savoir de combien de terre on dispose pour l'infrastructure, l'industrie et le développement urbain avant de prendre des décisions ou d'établir des normes nationales. A l'heure actuelle, ces normes, lorsqu'il en existe, sont trop élevées et ne correspondent pas vraiment aux disponibilités en terre. La figure 5 indique des possibilités d'utilisation des terres pour l'infrastructure, depuis les routes principales jusqu'aux routes de desserte et aux chemins de terre.

#### Considérations fondamentales

20. Considérons le rapport entre le coût et les normes de l'infrastructure (figure 2). Dans l'ensemble, on pourrait représenter la situation en Afrique par un point p à la gauche de la ligne AB et aussi au-dessous de la ligne de capacité d'investissement. Cependant, dans certains cas, on constate que les unités urbaines sont équipées à un point tel que p<sub>2</sub>, qui est plus coûteux

tant du point de vue du prix que des normes optimales. Il n'est donc pas surprenant que des inégalités marquées apparaissent dans de tels environnements urbains.

21. Dans un environnement urbain en croissance rapide, la meilleure stratégie consiste à choisir un système de forte capacité à bas prix (figure 3) à un point tel que  $p_3$ . Les techniques à utiliser à cette fin seront indiquées plus loin avec des exemples.

22. La décision fondamentale en ce qui concerne un peuplement urbain concerne la densité résidentielle. On connaît la densité résidentielle nette si l'on connaît la superficie disponible pour tous les usages publics et les espaces libres.

Supposons:

$n$  = superficie résidentielle nette en  $m^2$   
 $d$  = densité résidentielle nette, unités de logement/hectare  
 $f$  = coefficient de superficie au sol: surface au sol/superficie de parcelle  
 $e$  = pourcentage de couverture: superficie résidentielle/superficie du projet  
 $n$  = nombre d'étage  
 $A$  = superficie du projet, superficie résidentielle brute, routes, etc. ( $m^2$ )  
 $A_p$  = espaces libres pour usages privés par logement

$$n = \frac{CFA}{10000} \quad \text{ou} \quad \frac{CFA}{10000n} \quad 2.21$$

$$n = \frac{100 A_p}{100 - C} = \frac{100 A_p \cdot n}{100n - f} \quad (ii) \quad 2.22$$

$$n = \frac{nA_p + A}{n} = \frac{10000}{d} \quad 2.33$$

La densité résidentielle retenue a des incidences notables sur le coût total de l'infrastructure et sur les frais de circulation au sein du voisinage. La figure 5 indique la relation entre la superficie de la parcelle et la densité (2.33).

23. On peut considérer le coût global d'un projet par unité de logement comme un critère pour choisir entre deux possibilités.

Supposons:

$C_t$  = coût total du projet par  $m^2$  de surface construite  
 $C^t$  = coût total du projet par personne  
 $C^p$  = coût de l'unité de logement par  $m^2$   
 $C^u$  = coût du terrain par  $m^2$   
 $C^l_d$  = coût de l'aménagement du terrain par hectare  
 $e$  = couverture: superficie résidentielle/superficie du projet  
 $f$  = coefficient de surface au sol  
 $s$  = dimension de la famille/logement  
 $g$  = pourcentage net de terres utilisées pour des activités résidentielles  
 $d$  = densité nette d'unités de logement/hectare  
 $A_d$  = superficie résidentielle en  $m^2$

et

$$C_t = C_u + \frac{10000C_l + C_d}{gf} \quad 2.31$$

et

$$C_p = \frac{C_u \cdot A_d}{s} + \frac{10000C_l + C_d}{ds} \quad 2.32$$

et il en va de même pour la mesure d'autres unités.

24. On pourrait tirer des équations 2.21, 2.22, 2.23 et 2.31, 2.32, toutes les déterminantes permettant d'estimer la densité résidentielle du point de vue des deux principaux facteurs, à savoir la terre et le coût. On pourrait alors trouver la solution optimale pour toute superficie donnée, compte tenu des besoins fonctionnels et des normes, de la structure démographique, du niveau des revenus et des modes de vie.

25. On admet en général que l'exode rural est motivé principalement par le désir de trouver un emploi dans un environnement "meilleur". Afin de contenir la croissance désordonnée des villes africaines et de réduire le coût élevé de l'infrastructure nécessaire pour les besoins de la nouvelle population, il nous faut une équation dynamique qui donnera la relation entre l'investissement  $I_t$ , la densité  $d$  et la population  $p$ , à tout moment  $t$ , à partir de maintenant, suffixe  $o$ . Si:

$i$  = coût des aménagements par personne  
 $A$  = superficie supplémentaire à aménager en hectares

$$i_t = \frac{\frac{Pr}{dr} - \frac{Po}{do}}{(P_r - P_o)} \times \frac{(P_r - P_o) i_o}{A A} \quad 2.5$$

$$= \frac{(Pr/d_r) - (P_o/d_o) i_o}{A A}$$

où  $i_o$  est la capacité d'investissement de l'Etat par personne, fixée à partir de la figure 2.

#### Coûts et normes

26. Comme l'indique la figure 2, les normes à retenir pour l'infrastructure sont fixées par la capacité requise (nombre de personnes à servir) et les fonds disponibles. Si la politique est de servir le plus grand nombre possible, il faut admettre un niveau de technologie qui permette d'y parvenir mais soit suffisamment souple pour être relevé au fur et à mesure que des crédits supplémentaires sont ouverts.

Tableau 3a: Composantes du coût total du développement urbain (voir figure 10)

| Terrain                                   | Pourcentage | 3 p. 100 |
|---|-------------|----------|
| Infrastructure                            |             | 23       |
| Routes principales                        | 6           |          |
| Routes secondaires/parcs de stationnement | 6           |          |
| Egouts et élimination des déchets         | 2           |          |

Tableau 3a: Composantes du coût total du développement urbain (voir figure 10)  
(suite)

| <u>Terrain</u>                        | <u>Pourcentage</u> | <u>3 pour cent</u> |
|---------------------------------------|--------------------|--------------------|
| Eau, électricité                      | 8                  |                    |
| Divers                                | 1                  |                    |
| Activités économiques et sociales     |                    | 21                 |
| Activités commerciales et sociales    | 6                  |                    |
| Industrie                             | 15                 |                    |
| Habitation et services communautaires |                    | 56                 |
| Habitation                            | 44                 |                    |
| Espaces libres                        | 1,5                |                    |
| Santé et éducation                    | 8,0                |                    |
| Divers                                | 2,5                | 100                |

27. Il ressort d'un examen de l'implantation de nombreux réseaux d'infrastructure en Afrique que l'importance d'une mise en place échelonnée a été négligée; de plus, les investissements sont souvent sous-utilisés car la pleine capacité n'est pas atteinte dès que la construction est terminée. C'est là un facteur des coûts dont il faudrait de plus en plus tenir compte dans les plans d'investissements pour l'infrastructure: les changements sont si rapides et inattendus que les avantages d'un développement échelonné dépassent de beaucoup ceux de gros investissements dans de vastes constructions de grand standard.

28. Pour réaliser des économies sur l'infrastructure, on peut relever les densités dans les zones existantes, surtout lorsque celles-ci doivent être renouvelées. L'extension horizontale sans objet de nombre de villes africaines, exigeant de longs parcours pour se rendre au travail, etc., indique qu'un facteur du coût a été négligé. Il faudrait procéder à une évaluation des besoins pour la rénovation de zones centrales à forte densité (qui se sont transformées en bidonvilles faute d'entretien et avec le temps) avant de décider, lorsque le problème existe, d'investir dans de nouvelles villes ou des satellites.

29. Le facteur le plus important qui influe sur le coût des services est la géométrie (implantation) du voisinage. Avec certaines densités, les implantations se traduisent par de fortes variations dans le coût des services (figure 5).

30. Si nous prenons l'exemple simple d'un domaine implanté de telle façon que toutes les parcelles bordent la route, il est évident que pour une même densité, en limitant la longueur du côté en bordure, on réduira les dépenses correspondant à la route et à tous les services qui suivent son alignement. En tenant compte des divers usages possibles des routes au sein du domaine (zones réservées aux piétons, etc.) on pourra aussi réduire les frais de construction.

31. La figure 3 indique qu'en règle générale, les dépenses d'infrastructure diminuent en même temps que la densité augmente. Des enquêtes menées à la CEA,

il ressort qu'en ce qui concerne l'alimentation en eau, la densité optimale se situe entre 180 à 480 personnes par hectare. Les mêmes enquêtes ont démontré qu'aux prix actuels des terrains, on ne réalise pas d'économies valables en construisant des immeubles de plus de quatre étages. Il ne faut pas cependant en conclure que l'édification de bâtiments en hauteur qui ont par eux-mêmes des avantages fonctionnels ou esthétiques certains doit être déconseillée. Des bâtiments élevés destinés à remplir des fonctions multiples devraient se révéler économiquement rentables. Ce point, qui ne retient pas toujours l'attention qu'il mérite (tableau 4), est confirmé par les résultats de l'enquête de la CEA. Il convient maintenant de procéder à une étude de la combinaison des fonctions de bâtiments élevés qui donne des densités résidentielles acceptables tout en contribuant à réduire les distances entre le domicile et le lieu de travail.

Tableau 4: Coûts de construction relatifs par pièce selon les types de bâtiment

| Type de bâtiment              | Facteurs du coût |
|-------------------------------|------------------|
| Maisons d'habitation:         |                  |
| Maisons jumelles              | 1,0              |
| Maisons en rangées - 2 étages | 1,0              |
| Maisons en rangées - 3 étages | 1,1              |
| Immeubles d'appartements:     |                  |
| 3 étages                      | 1,2              |
| 5-6 étages                    | 1,5              |
| 6-10 étages                   | 1,7              |

Source: UK Ministry of Housing and Local Government, Density of residential areas, Londres, 1962.

#### Techniques utilisables

32. Il ressort d'un examen des techniques utilisables pour la mise en place d'une infrastructure que des choix économiques pourraient être faits si les responsables des décisions prenaient la peine de sélectionner les techniques en fonction de la capacité d'utilisation et des ressources disponibles. Ces techniques seront présentées ci-dessous successivement, de façon que l'on puisse comparer les besoins de main-d'oeuvre et de capital.

#### Routes

33. Les superficies utilisées pour les réseaux routiers varient en Afrique de 0,05 à 0,2 p. 100 de la surface totale des terres et augmentent rapidement. La croissance accélérée de la circulation, associée à la nécessité d'adapter constamment le réseau routier aux besoins, exige le choix de techniques et de procédés grâce auxquels les routes sont continuellement à l'état de création de telle sorte que les services soient en permanence adaptés aux besoins. Comme il est difficile de prévoir si une route de desserte est appelée à devenir un grand axe, il serait judicieux de réserver dès le début le terrain nécessaire à cette catégorie d'artère et d'abandonner la superficie en réserve à l'agriculture. Les cultures pourraient être repoussées progressivement au fur et à mesure que la construction avancerait.

La figure 6 indique les terrains nécessaires au total à cet effet. Dans les zones urbaines, la hiérarchie du réseau routier est établie d'après le tracé et il est peu probable qu'elle changera avant que la zone soit appelée à être rénovée. Il convient également de construire les routes principales par étapes pour économiser sur les investissements.

34. On pourrait réduire considérablement les dépenses relatives au réseau routier en utilisant les techniques les plus modernes de stabilisation des sols, associées à une combinaison judicieuse de travail manuel et mécanisé. Le tableau 5 pourra être utile aux responsables des politiques. Les opérations mentionnées dépendent sans aucun doute de la topographie et de la géologie de la route mais les chiffres cités ont une bonne valeur indicative pour qui doit décider des ressources à consacrer aux réseaux routiers.

Tableau 5: Coût des diverses opérations intervenant dans la construction routière en pourcentage du coût total

|   | Routes primaires | Routes secondaires | Routes de desserte |
|---|------------------|--------------------|--------------------|
| i) Défrichage                               | 2                | 2                  | 3                  |
| ii) Excavations et déblaiement              | 23               | 26                 | 32                 |
| iii) Production des matériaux et transports | 16               | 23                 | 30                 |
| iv) Compactage et nivellement               | 10               | 11                 | 12                 |
| v) Malaxage et répandage                    | 7                | 8                  | 9                  |
| vi) Revêtement                              |                  |                    |                    |
| a) Tarmacadam                               | 18               |                    |                    |
| b) Goudronnage                              |                  | 10                 | —                  |
| c) Revêtement en ciment                     |                  |                    |                    |
| vii) Drainage et maçonnerie                 | 8                | 8                  | 8                  |
| viii) Ouvrages d'art                        | 16               | 12                 | 6                  |

Chacune de ces opérations peut être effectuée pour 70 p. 100 à la main. Il serait dans l'intérêt de tous les pays d'utiliser leur main-d'oeuvre au maximum. Les facteurs du coût indiqués doivent être révisés régulièrement pour être utilisés dans l'élaboration des décisions.

#### Alimentation en eau

35. Pour une population donnée, les capitaux nécessaires pour l'alimentation en eau dépendent de la source d'approvisionnement. Il peut s'agir de l'une ou de l'autre ou d'une combinaison des suivantes:

- i) Bassins de retenue.
- ii) Puits profonds.
- iii) Réservoirs souterrains

36. Les bassins de retenue inondent de larges superficies mais servent aussi à l'irrigation et à la production d'énergie sous faible charge, qui peut être utilisée pour le pompage et les usages domestiques des collectivités locales. Les bassins de retenue exigent des installations de traitement et des systèmes de distribution coûteux; aussi conviennent-ils à de grandes collectivités où

l'usage de vastes étendues de terre et des investissements importants sont justifiés par le nombre d'habitants servis. Des bassins de moindre superficie, aménagés dans des vallées étroites (pour empêcher l'inondation des terres) se sont révélés économiques au Cameroun et ailleurs pour de petites communautés.

37. Les puits profonds exigent peu de terre et moins encore de capitaux; en règle générale, ils ne demandent pas non plus beaucoup d'entretien; de plus, l'eau de ces puits a à peine besoin d'être traitée et purifiée. L'investissement total en fonçage, pompes et installations est directement proportionnel à la profondeur du puits. Avec de bonnes sources d'approvisionnement, les puits profonds fournissent de l'eau moyennant un coût par habitant minimum. Toutefois le taux de puisage doit être proportionné à la capacité de recharge naturelle des couches aquifères.

38. Comme le nom l'indique, les réservoirs souterrains sont des réservoirs spéciaux construits en profondeur dans le sol, auxquels l'eau est amenée par l'intermédiaire de couches aquifères artificielles qui la filtrent lorsqu'elle y entre. Ils présentent l'avantage de ne pas demander de place et les frais d'exploitation et l'investissement par habitant sont moindres que dans le cas des bassins de retenue. Cependant, dans certains cas, les frais de pompage peuvent être élevés par suite de l'encrassement des couches aquifères. Les puits profonds et les couches aquifères conviennent à des collectivités de dimension moyenne et l'étude en est recommandée par des villes africaines qui n'ont pas les moyens de faire de gros investissements.

#### Elimination des déchets

39. Les pays africains commencent seulement à investir dans des systèmes d'élimination des déchets. Les méthodes classiques de purification sont coûteuses tant en capital qu'en frais d'exploitation et les unités urbaines africaines sont pour la plupart de trop faible dimension pour pouvoir assumer le coût de ces installations. Deux méthodes sont recommandables pour un faible niveau d'investissement: les bassins de stabilisation et les champs de percolation. Les bassins de stabilisation sont des bassins peu profonds où les déchets humains sont déversés pour être purifiés par l'oxygène atmosphérique. Ils demandent beaucoup de terrain mais les frais de fonctionnement sont négligeables. Cette méthode est de plus en plus répandue. Outre qu'elle est peu coûteuse, les effluents purifiés peuvent être utilisés pour l'irrigation et pour la recharge des couches aquifères, en particulier dans les zones semi-arides. Des bassins ont été installés avec succès au Ghana, au Kenya, au Swaziland et en Zambie. Toutefois, cette méthode efficace et économique de purifier et éliminer les eaux usées ne se fait que lentement connaître.

40. Les champs de percolation peuvent être décrits comme un système de puisards. Les déchets domestiques sont normalement introduits dans une fosse septique où se produisent une sédimentation et une certaine purification.

41. De la fosse, le résidu passe dans un égout qui se déverse dans un champ. Le champ est planté d'une végétation appropriée de façon qu'un bon équilibre sol-eau soit établi et que sa capacité d'absorption soit maintenue.

42. Une infrastructure de ce type exige  $1 \text{ m}^2$  par personne (figures 7 et 7a). Pour autant que l'on sache, ce système n'a été mis à l'essai, sur le plan public, qu'à Addis-Abéba. La nécessité croissante d'éliminer les déchets urbains exige la mise en place de systèmes économiques. Copier ceux de l'étranger est coûteux; il convient de procéder à des recherches pour en trouver qui comportent un minimum d'éléments importés, tant en idées qu'en matériel.

#### Les investissements dans l'infrastructure en Afrique

43. Une étude de la programmation de l'infrastructure et de l'habitation a donné des résultats intéressants, qui pourraient constituer la base de politiques d'investissements en matière d'infrastructure et d'habitation. Le questionnaire qui a été utilisé pour l'étude a été diffusé sous la cote E/CN.14/HOU/92.

44. L'étude a démontré que les seuls critères valables pour la classification et l'analyse des résultats étaient les suivants:

- i) La densité brute définie comme la densité par superficie brute. Cette mesure a de nombreuses implications intéressantes, qui ne seront pas développées ici, mais elle donne en particulier une idée du terrain disponible et de l'intensité de l'utilisation;
- ii) L'efficacité de l'utilisation du terrain définie par le rapport entre la superficie au sol habitée ou habitable et la superficie total du projet.

Les densités brutes se répartissent comme suit:

Tableau 6: Densités brutes

| Densité | Habitants/acre        | Habitants/ha | $\text{m}^2$ de terrain/habitant |
|---------|-----------------------|--------------|----------------------------------|
| Forte   | 161                   | 400          | 25                               |
| Moyenne | 100 - 161<br>40 - 100 | 250 - 400    | 25 - 40                          |
| Faible  | 40                    | 100          | 40                               |

A noter que les densités brutes par acre donnent une échelle de mesure décimale (50 - 100 - 150, etc.) qui peut être utile aux fins de comparaison et de transmission de données.

45. Les densités supérieures à 200 habitants par acre brut ne semblent pas assurer l'équilibre souhaitable de toutes les fonctions urbaines. Des densités moyennes de l'ordre de 150/acre représenteraient un équilibre convenable, compte tenu des habitudes sociales ainsi que des différents facteurs du coût mentionnés sous le titre "Coûts et normes".

46. La figure 4 montre la relation bien connue entre les rapports profondeur-bordure et la longueur totale de l'infrastructure pour une densité donnée. Pour les densités recommandées dans le présent document (250/ha ou 100/acre) aux fins d'aménagement à bon marché, un rapport profondeur-bordure de 1,5 à 2

pourrait être retenu. Il permettrait une implantation acceptable du point de vue esthétique pour un coût optimal. La figure 5 montre les relations qui pourraient être utilisées en pratique avec des équations 2.2 et 2.3. Les figures 9 et 10 indiquent comment on peut déterminer la superficie de terrain requise par personne pour une densité donnée.

47. Les graphiques eux-mêmes ont été établis, théoriquement ou statistiquement, à partir d'un examen de peuplements de densité moyenne à forte.

48. La figure 11 montre la variation des éléments du coût en fonction de la densité. En utilisant ces graphiques, on peut optimiser les investissements dans l'habitation, les réseaux d'infrastructure et les agréments en fonction de la densité de peuplement. La densité pour laquelle 80 p. 100 du budget total sont utilisés pour l'habitation est recommandée. Le rapport (4 à 1 dans ce cas) entre les crédits utilisés pour l'habitation et pour les services permet toujours de s'assurer de l'efficacité du processus d'urbanisation. En règle générale, les éléments du coût restent les mêmes pour certaines conditions du sol et certaines techniques de construction, mais il convient de vérifier et mettre à jour les graphiques régulièrement. Il faut toujours se rappeler qu'en ce qui concerne les logements à bon marché destinés aux catégories de revenu inférieures, les crédits ouverts pour l'habitation et le développement urbain doivent être entièrement utilisés pour l'infrastructure, si l'on admet que le meilleur moyen d'assurer l'urbanisation et l'aménagement des terrains au moyen de ressources limitées est de pourvoir ceux-ci de l'infrastructure nécessaire.

### Conclusion

49. Il ressort des études que les normes ci-dessous peuvent être retenues pour l'utilisation des terrains.

Normes proposées (en m<sup>2</sup> par habitant)

|                                  |         |
|----------------------------------|---------|
| Espaces privés                   | 13,00   |
| Espaces communs et libres        | 6-7     |
| Routes et parcs de stationnement | 3-5     |
| Ecoles                           | 2       |
| Eglises et centres sociaux       | 0,4-0,8 |
| Administration                   | 0,5     |
| Total                            | 25-30   |

Ce qui donne une densité d'au moins 250/ha, chiffre optimal pour les habitations à bon marché.

50. Nous avons dans le présent document exposé les problèmes liés aux investissements dans l'infrastructure et avons brièvement indiqué les normes atteintes en Afrique. Les recommandations suivantes sont formulées à l'intention des responsables des décisions et des administrateurs.

- i) La situation chaotique du milieu urbain en Afrique est due à l'absence d'une planification globale de l'aménagement et de l'implantation de l'infrastructure, fondée sur l'attribution de

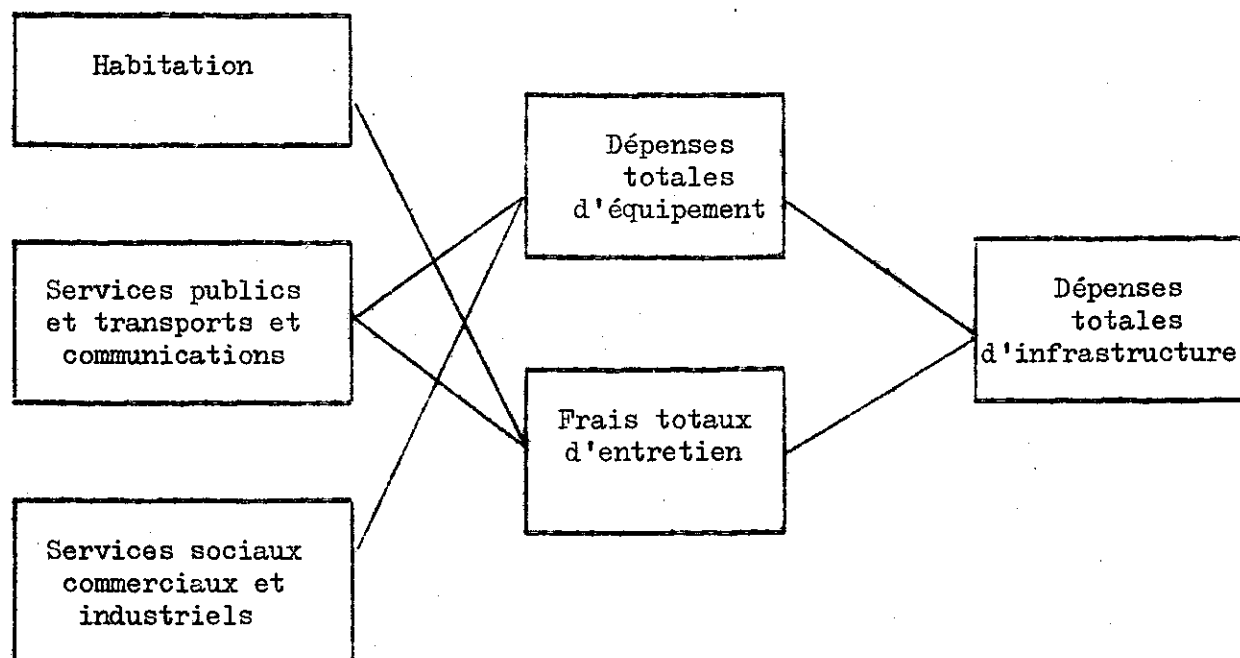
terres en vue de la répartition à travers l'ensemble du pays de l'activité économique et des services. On arrive ainsi à la conclusion que ville et campagne ne sont pas en opposition, mais constituent deux éléments complémentaires d'un tout qui doivent faire l'objet d'une planification conjointe;

- ii) Une spécialisation s'impose pour que les terres soient convenablement utilisées pour le développement. L'utilisation spécialisée des terres pour le développement urbain et pour l'infrastructure exigerait certaines densités d'utilisation. Ces densités doivent être suffisamment fortes pour justifier les investissements;
- iii) Pour décider des densités, il faut connaître la qualité et la superficie des terres disponibles pour chaque fonction économique et sociale;
- iv) Les densités d'utilisation atteignant lentement la valeur maximale, les services doivent être améliorés par étapes (construction échelonnée) afin que les crédits soient utilisés au mieux. On peut ainsi assurer une certaine souplesse convenant à une stratégie qui se modifie dans le temps et dans l'espace. Les terres nécessaires au développement doivent être réservées à l'avance;
- v) La technologie moderne offre une vaste gamme de techniques parmi lesquelles on peut choisir en fonction des ressources dont on dispose. On pourra parvenir à des économies en faisant des choix rationnels au lieu de copier.

Tableau 1: Utilisation des terres pour le développement

|  |  |
|--|--|
| Peuplements humains  | Villes <ul style="list-style-type: none"><li>. Agglomérations urbaines</li><li>. Villages</li></ul>  |
| Production   | <ul style="list-style-type: none"><li>. Domaines agricoles</li></ul>   |
|  | Industry <ul style="list-style-type: none"><li>. Agriculture</li><li>. Pêches</li><li>. Productivité et distribution d'énergie</li><li>. Construction</li><li>. Commerce de gros et de détail</li><li>. Administration</li><li>. Ecoles, hôpitaux et services sociaux</li><li>. Transports et communications</li></ul> |
| Réserves, surfaces immergées, montagnes, terres indéfrichables |  |

Tableau 3: Ventilation des investissements consacrés à l'infrastructure



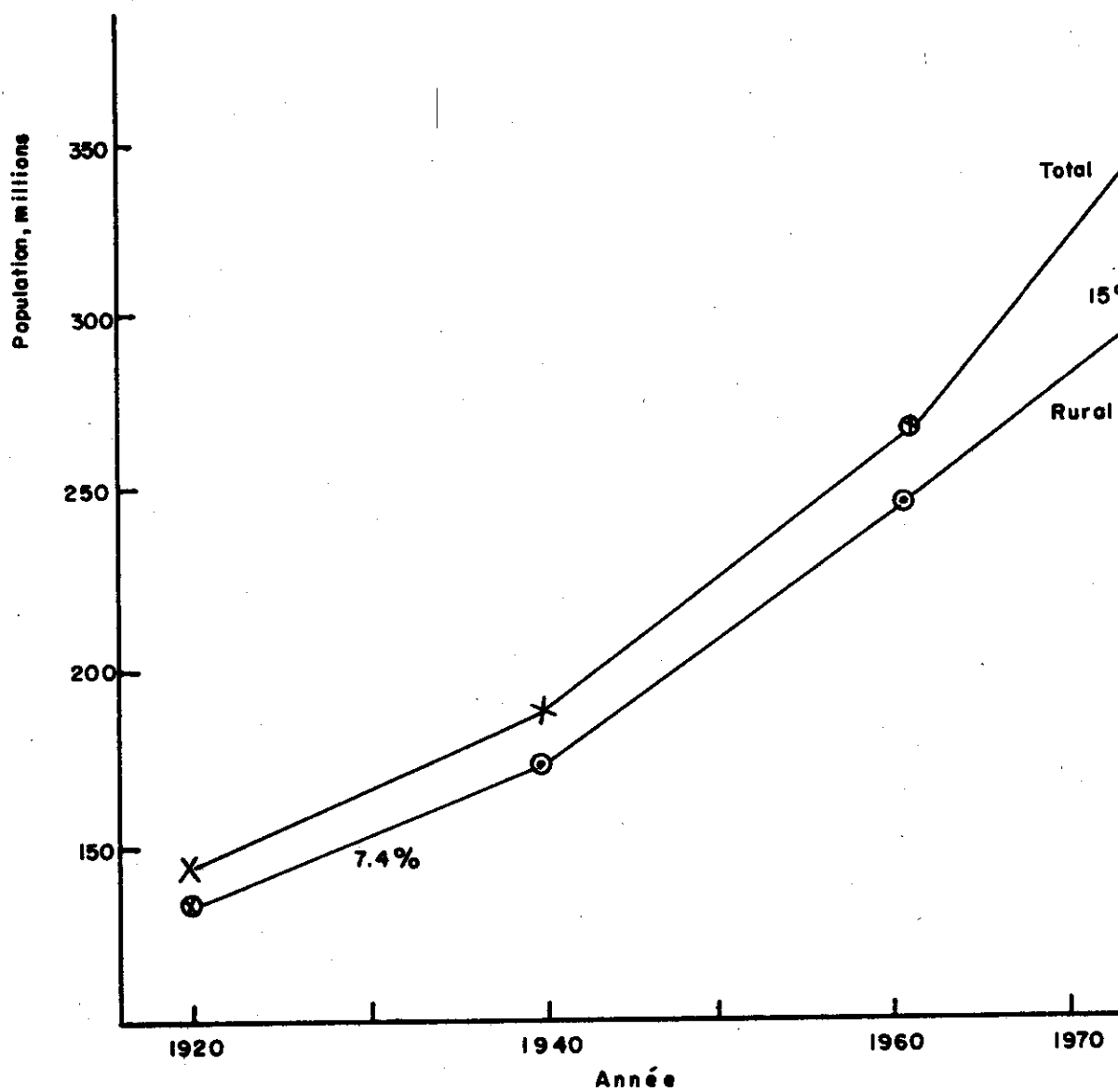
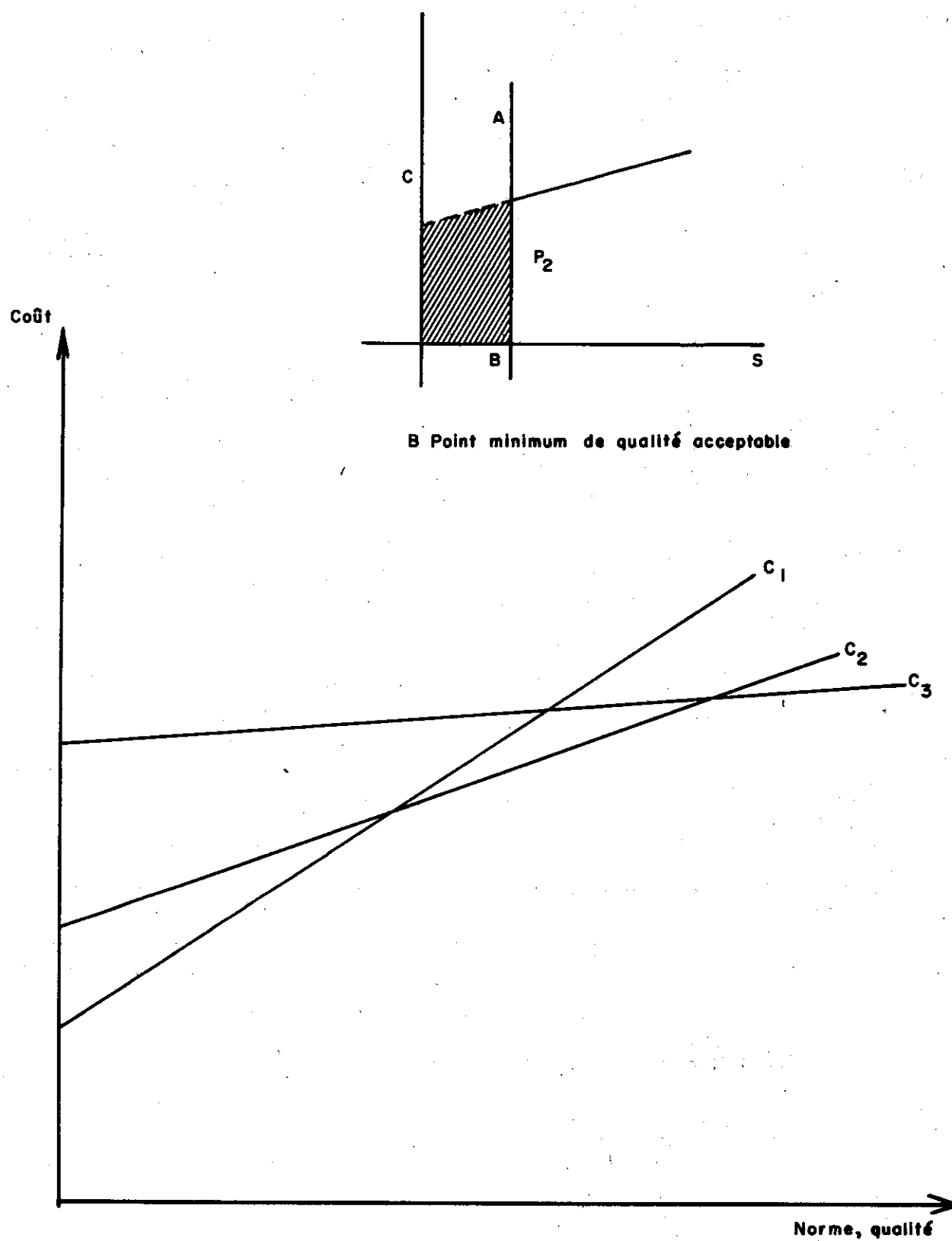


Fig.1. Développement rural en Afrique



B Point minimum de qualité acceptable

$C_1, C_2, C_3$  - Capacité, besoins en capitaux

Fig. 2. Rapport coûts/normes

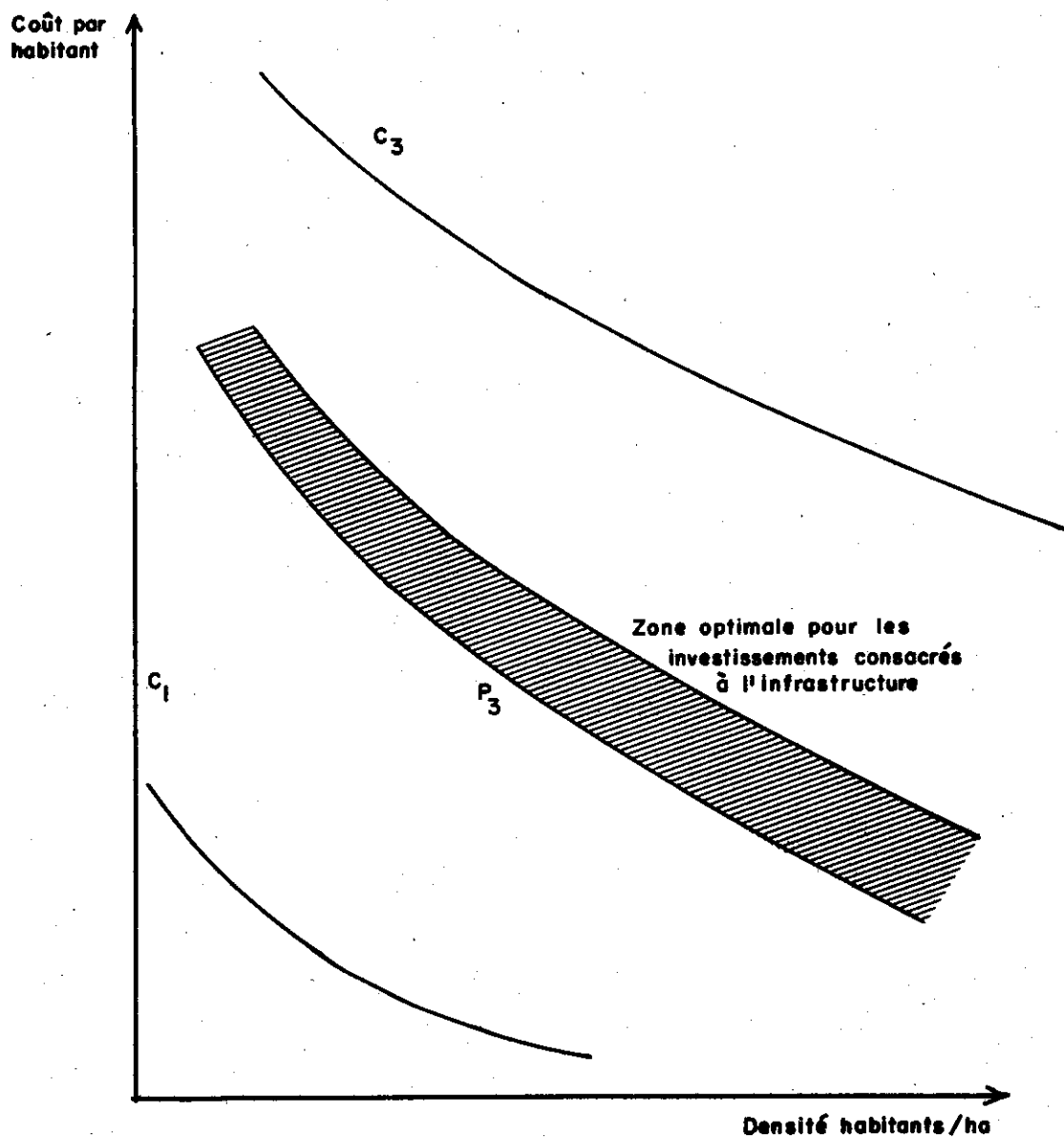
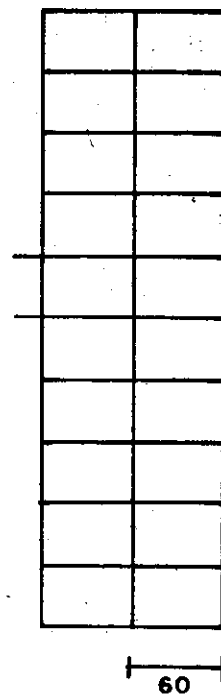
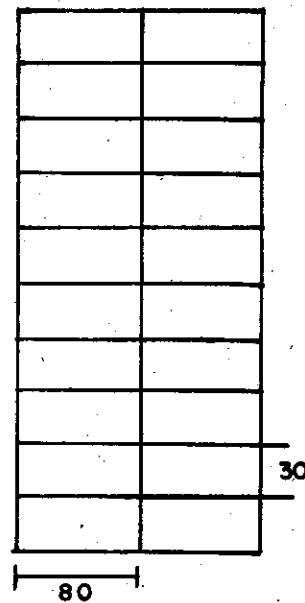


Fig. 3. Variation de dépenses d'équipement selon la densité



Rapport 1.5



Rapport 2.67

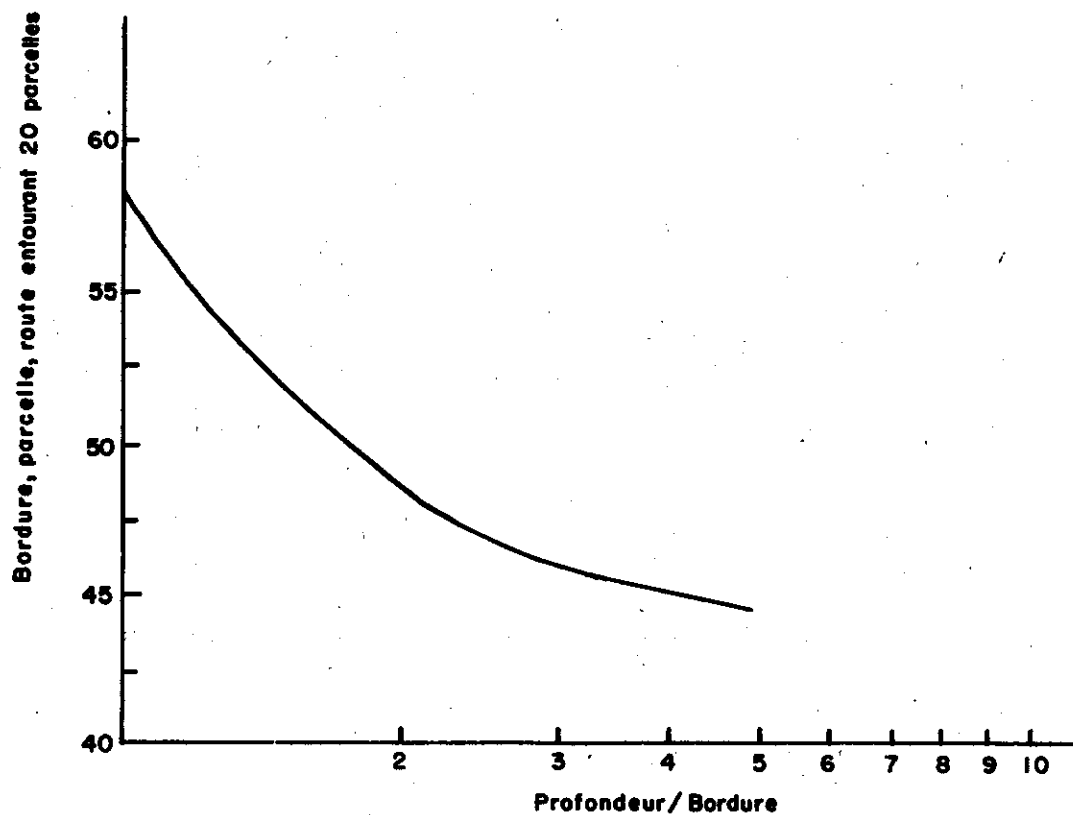


Fig. 4. Effect du rapport entre la profondeur de la parcelle et la bordure sur la longueur de route pour une densité constante

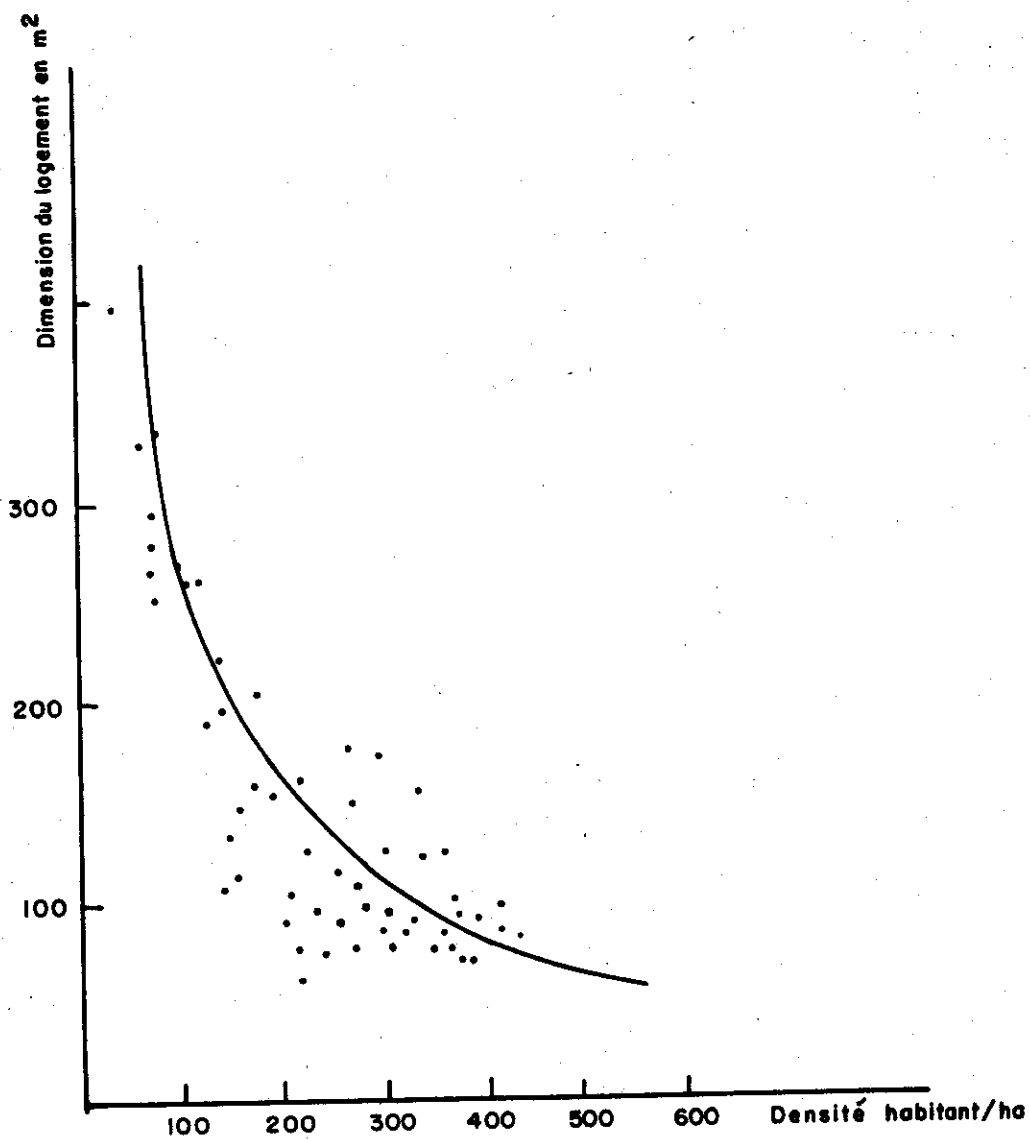
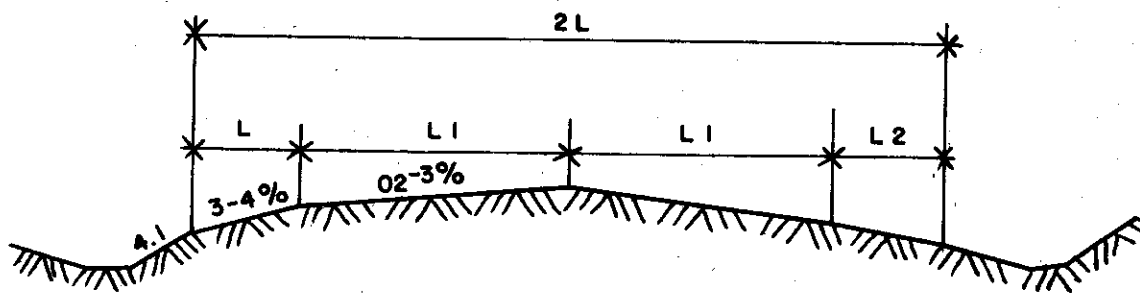


Fig. 5. Dimension des logements— Graphique de densité



|  | Terrain plat-vallonné |         |    | Terrain montagneux |        |    | Réserves totales |
|--|-----------------------|---------|----|--------------------|--------|----|------------------|
|  | 2L                    | 2L1     | L2 | 2L                 | 2L1    | L2 |                  |
| Routes principales                       | 10 to 13              | 6 to 75 | 2  | 8 to 10            | 6 to 7 | 1  | 50m              |
| Routes secondaires                       | 10 to 12              | 6 to 7  | 2  | 6 to 9             | 6 to 7 | 1  | 30m              |
| Routes de desserte<br>et chemin de terre | 7 to 8                | 5 to 6  | 1  | 7 to 8             | 5 to 6 | 1  | 20m              |

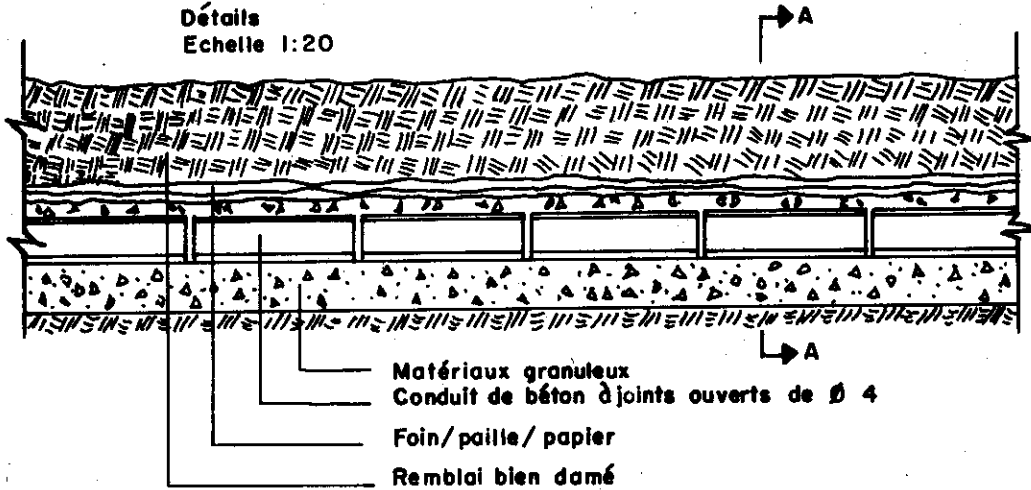
(metres)

Fig. 6. Terrain nécessaire pour les réseaux routiers

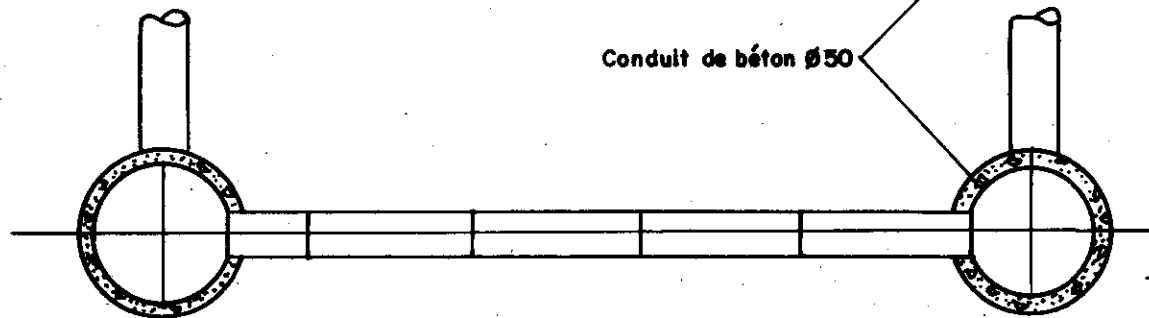
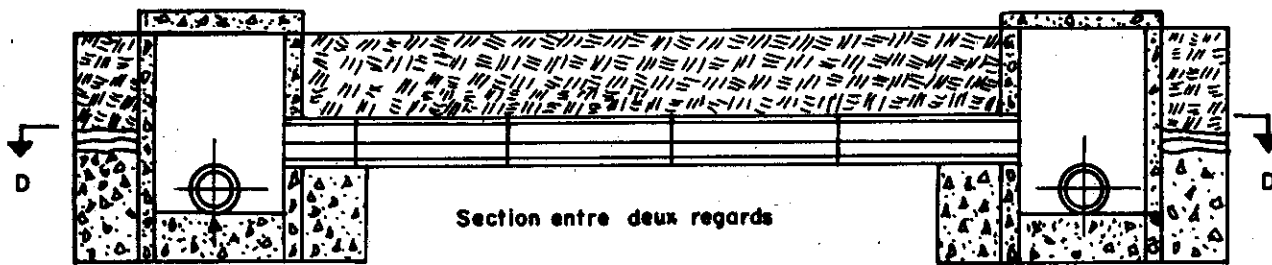
Figure 7

# Champ de percolation

Détails  
Echelle 1:20



## Section de tranchée avec conduits



Section D-D

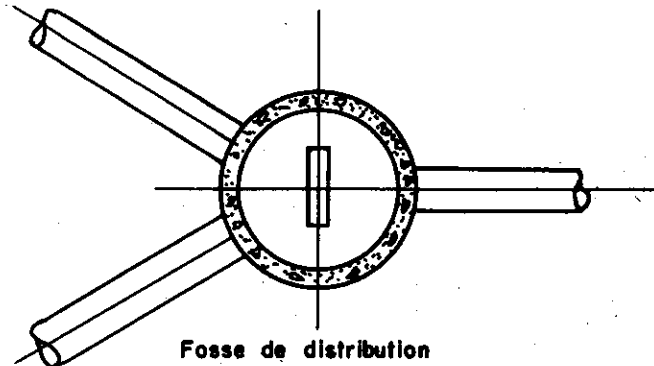
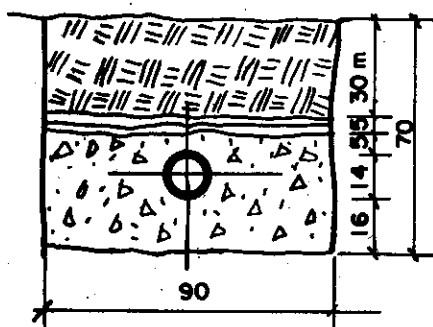
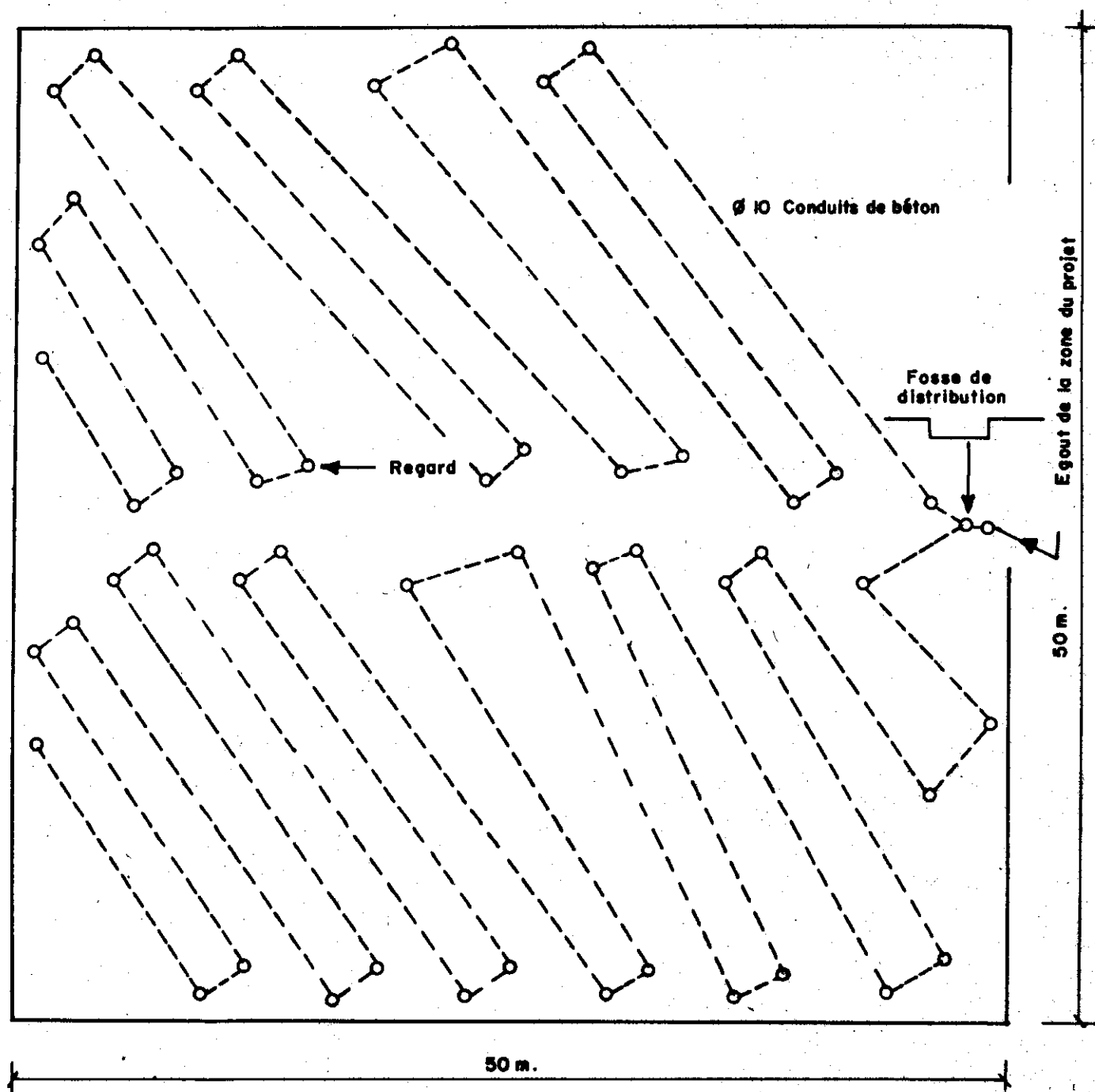


Figure 7a



Champ de percolation

Echelle 1:300

Population servie: 2500 environ

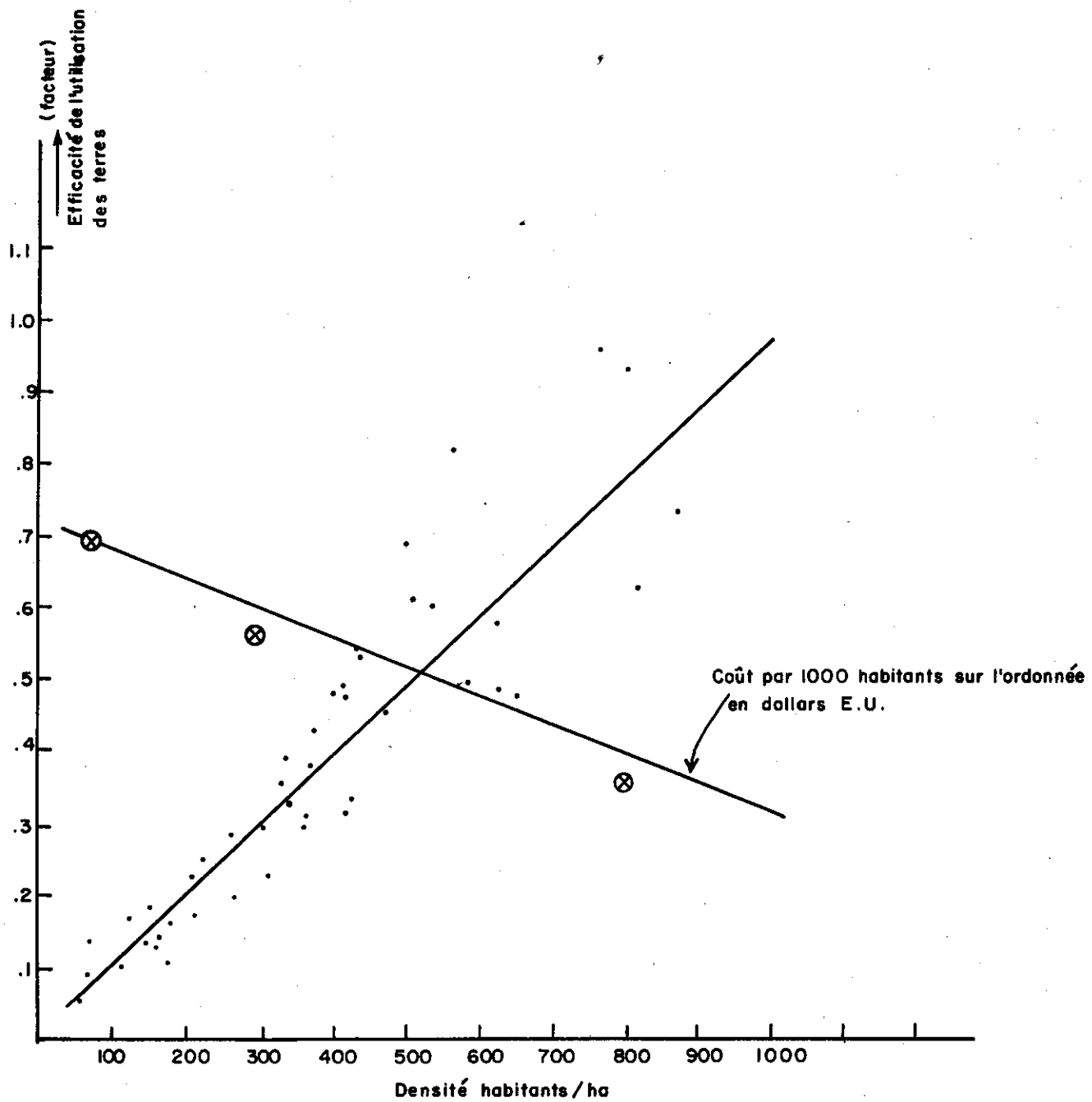


Fig. 8. Graphique de la densité et de l'efficacité de l'utilisation des terres

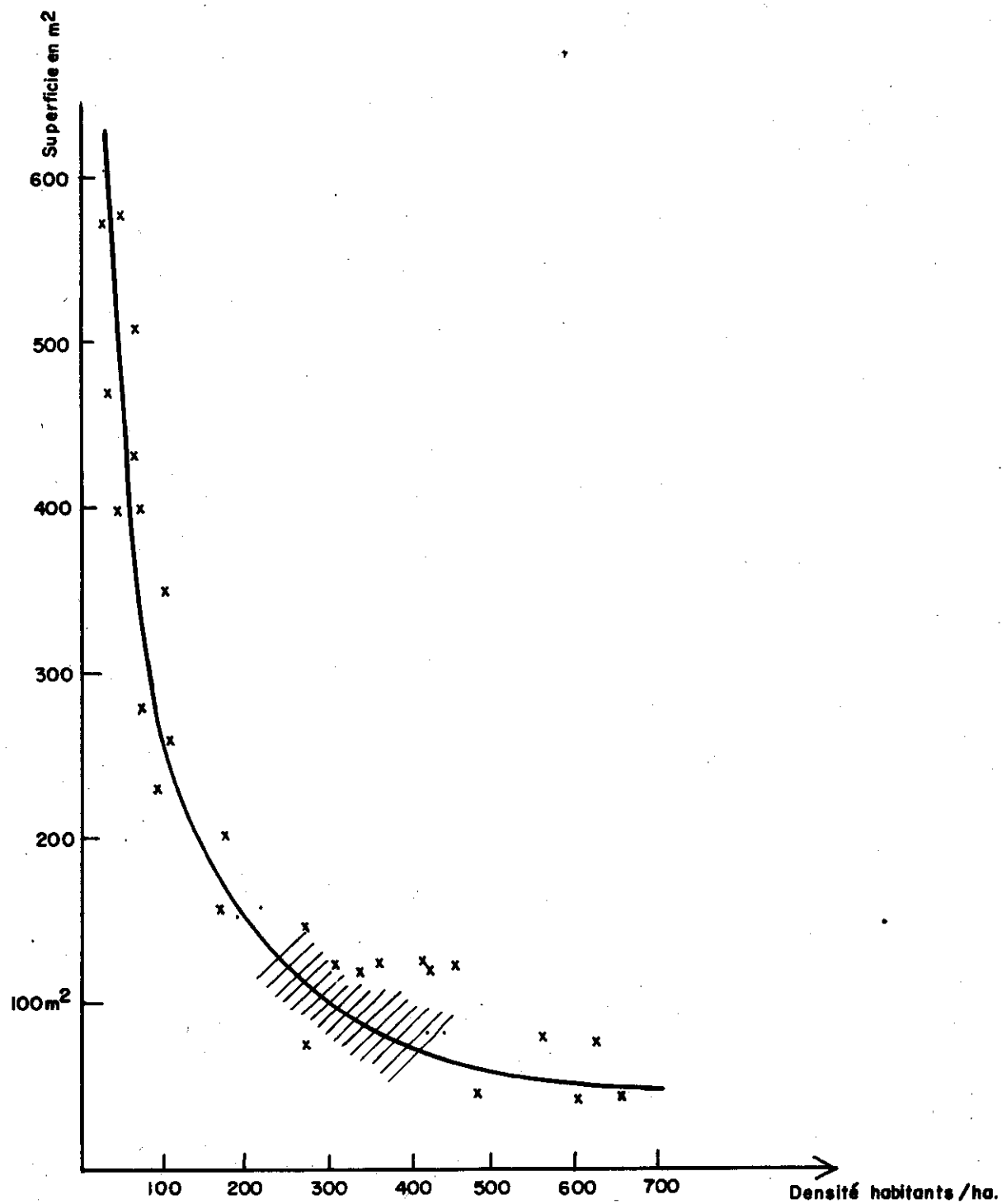


Fig. 9. Variation de la superficie des parcelles suivant la densité

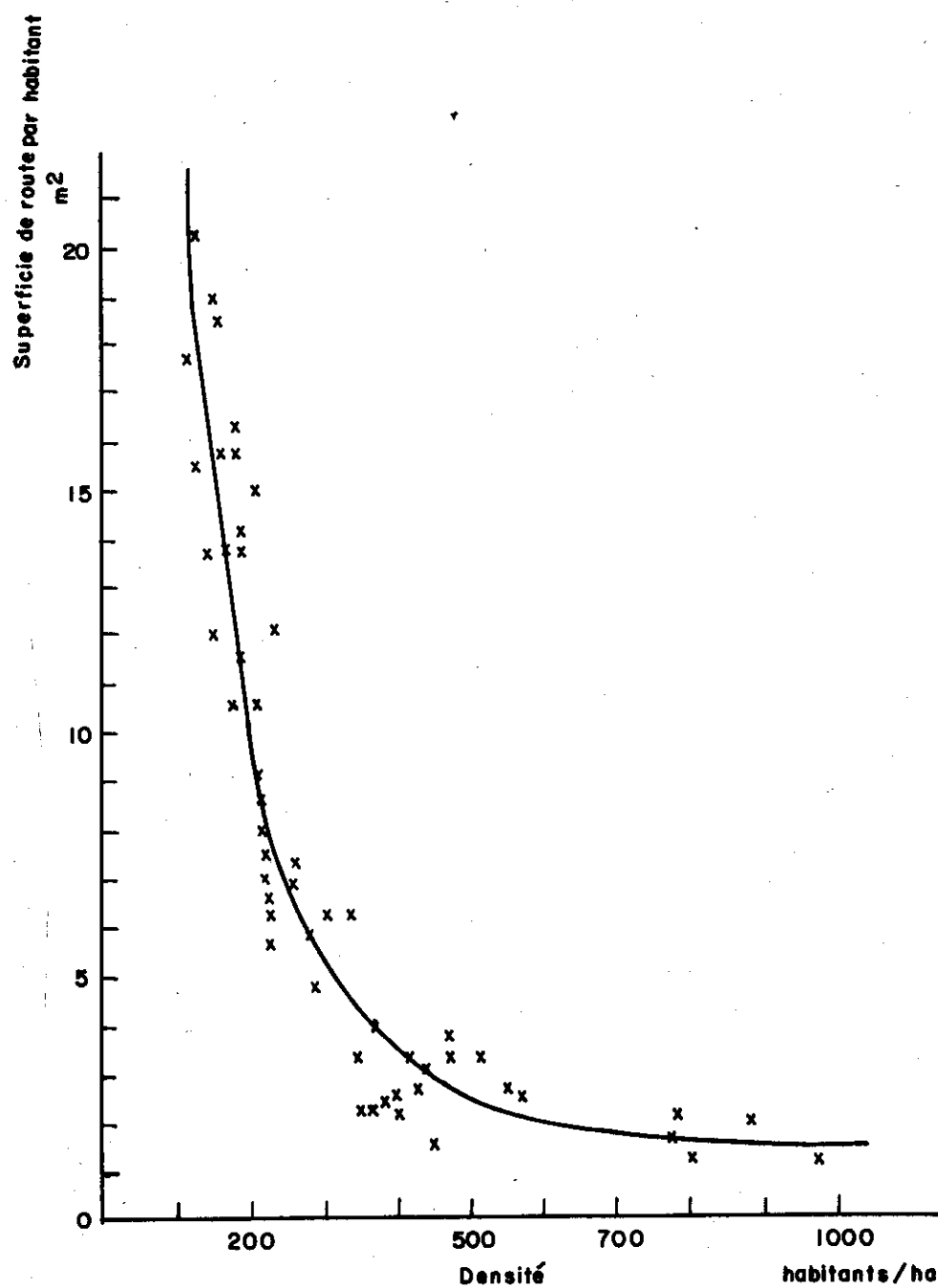


Fig. 10. Graphique de la densité et de la superficie de route par habitant

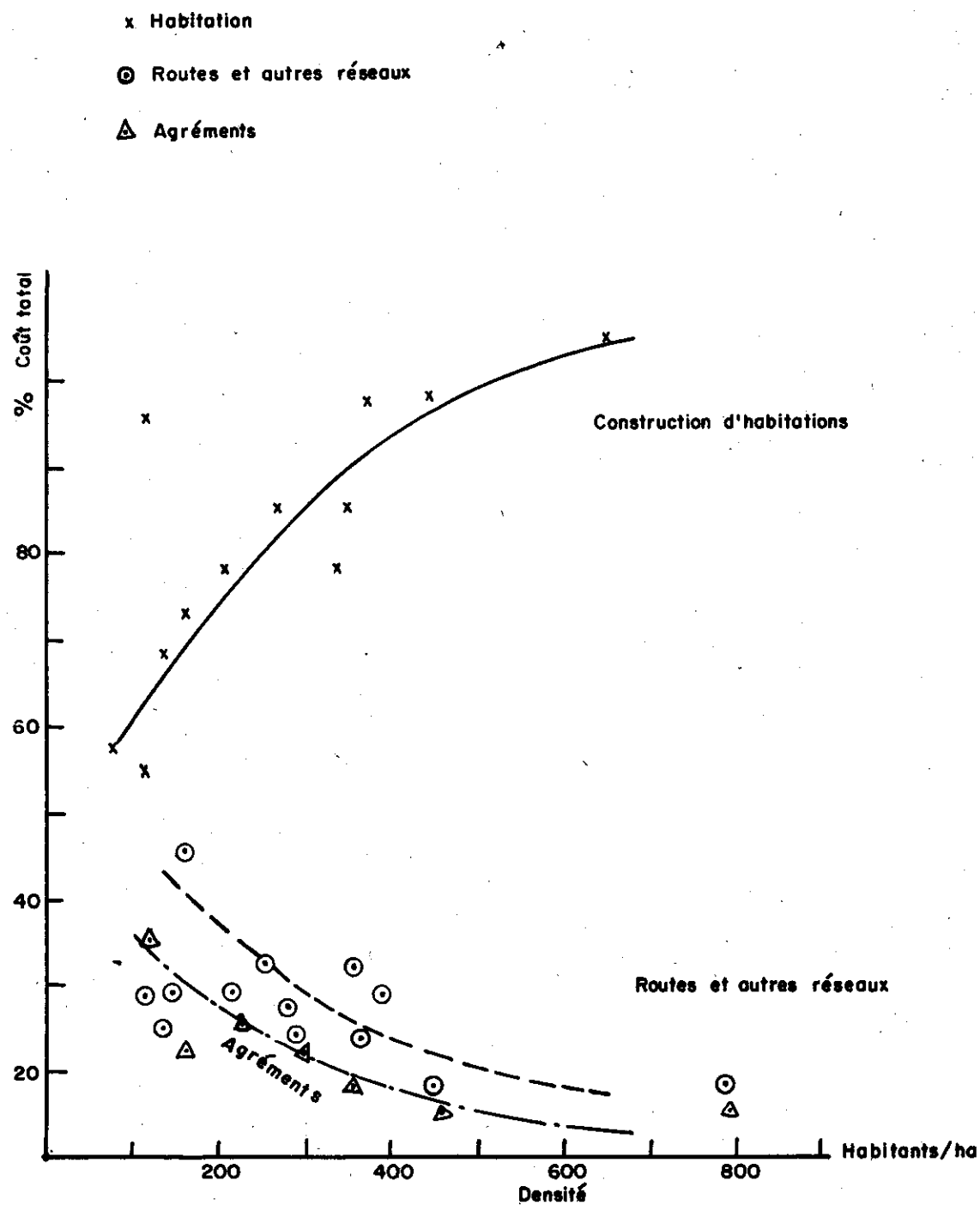


Fig. II. Variation de la composition des coûts suivant la densité