

Approche du Modèle de la Demande de Déplacement en Pays en Voie de Développement, Basée sur la Relation Accessibilité-Activité

Mir S. Ali ^a, Jennaro B. Odoki ^b, Henry R. Kerali ^b

^a NED University of Engineering and Technology, Karachi, Pakistan
E-mail adresse: shabbar_ali@hotmail.com

^b School of Engineering, The University of Birmingham, Edgbaston, Birmingham, B15 2TT, UK
Fax: +44 121 4143675, E-mail adresse: j.b.Odoki@bham.ac.uk

SOMMAIRE

Cette communication traite du développement d'une méthode de quantification de la demande de déplacement rural dans les pays en voie de développement. La méthodologie offre une approche d'analyse des besoins d'accessibilité de ménages dans le cadre d'une variété d'activités entreprises au sein des communautés rurales. Le modèle développé basé sur la relation accessibilité-activité reconnaît la nature dérivé du déplacement, et prend en considération les contraintes temporelles, spatiales, financières, culturelles et sociales pesant sur l'accès aux activités.

Le modèle développé est structuré en trois phases. La première phase traite de l'analyse d'accessibilité au niveau village et détermine les besoins des ménages et la gamme des activités disponibles. La deuxième fait l'analyse des besoins d'accessibilité des ménages et la demande engendrée que nécessite la participation à ces activités. La troisième partie fait l'analyse des tendances activités-déplacement de chaque membre du ménage. Des modèles de probabilités de comportements ont été développés afin d'illustrer les choix d'activités et les caractéristiques du déplacement qui s'en suit. Des données collectées en zones rurales représentatives au Pakistan ont été utilisées en but de déterminer le sens statistique des paramètre utilisés. Les types d'activités analysées sont le travail, l'éducation, le marché, la santé et les loisirs. Le modèle type a été validé à l'aide de données provenant d'enquêtes entreprises chez des ménages appartenant à d'autres villages du Pakistan.

Une analyse détaillée des données a révélé la nature distincte des diverses activités prises en compte, ainsi que la distribution des rôles dans la participation aux dites activités pour chaque membre d'un ménage. Mis à part le niveau de revenus et la possession ou non d'un véhicule, il apparaît de manière évidente que le sexe et la phase du cycle-vie dans laquelle se positionne le ménage jouent des positions clés dans le choix d'activité et la prise de décision concernant le déplacement. La communication comprend un exemple pratique de l'application de la structure.

Mots Clés : Modèle de demande de déplacements; Besoins des ménages ; Accessibilité ; Pariticipation-Activité ; Comportement du dépalcement rural; Opportunités de déplacement.

1. INTRODUCTION

Pour beaucoup de populations rurales dans les pays en voie de développement, le déplacement pour accéder aux besoins basiques est considéré comme une charge en termes de temps et d'efforts. Le manque d'infrastructures d'accès adéquates, abordables et fiables permettant d'accéder aux centres vitaux de vie a été reconnu comme l'un des facteurs majeurs de problèmes tels que la pauvreté, les forts taux de mortalité et d'analphabétisme ainsi que le sens élevé d'isolation. La recherche dans le domaine des modes de déplacements ruraux doit donc prendre en compte toutes les contraintes entravant les populations rurales dans leur participation aux diverses activités. La compréhension du mode de déplacement et la quantification de la demande de déplacement dans les zones rurales des pays en voie de développement amélioreraient les méthodologies déjà en place à ce sujet et apporteraient un support solide en vue d'aboutir à des politiques de développement, de stratégies et de plans appropriés et efficaces.

Au cours des années, le projet de l'élaboration des transports ruraux dans les pays en voie de développement s'est détourné de l'approche conventionnelle qui repose sur l'investissement dans des infrastructures pour véhicules à moteur pour se diriger vers une approche orientée vers les "besoins" (Howe, 1966). Ce changement est le résultat de l'insatisfaction engendrée par l'approche conventionnelle en ce qui concerne la distribution des allocations attribuées au développement et l'amélioration du bien public. L'approche orientée vers les besoins, bien qu'encore à son stage primitif, propose une meilleure vision des contraintes rencontrées par les communautés rurales, leurs besoins vitaux et leurs besoins liés au développement au niveau local. Le but est d'assurer que l'investissement dans les infrastructures est dirigé vers les besoins les plus urgents chez les communautés rurales.

Le concept d'accessibilité est au cœur de l'approche liée aux besoins. L'accessibilité s'intéresse à l'opportunité que possède un individu à tel endroit et qui lui permet de participer à une ou plusieurs activités. Elle dépend des contraintes temporelles, spatiales et mobiles qui limitent la capacité de cet individu à participer à ces activités (Odoki, et al. 2201). La structure développée dans cette recherche intègre les concepts d'accessibilité des activités et des déplacements nécessaires à la participation à ces activités pour former *l'approche accessibilité-activité*. Le concept sous-jacent interprète de ce fait les types de déplacement comme un sous-ensemble des types d'activités, où les dites activités dépendent des contraintes d'accessibilité d'un individu.

2. STRUCTURE TYPE

Un grand nombre de récentes recherches se sont orientées vers l'approche liée aux "besoins" dans laquelle le ménage est considéré comme l'unité de base de l'analyse. Par exemple, une étude menée au Ghana par Turner et Kwakye (1995) montre que le rôle joué par chaque individu dans un ménage en définit son organisation financière. Ainsi, des ménages rencontrant d'importantes contraintes financières ont tendance à attribuer aux enfants des activités qui profiteraient au foyer. Leur recherche suggère également que l'analyse des activités dans un ménage fournit une structure souple qui permet d'étudier un grand nombre de sujets tels que les facteurs culturels et liés au sexe qui affectent la logistique des transports, la prise de décision au niveau financier, et l'accessibilité aux services et commodités indispensables.

Ali (2001) dirigea une étude sur le ménage en zone rurale au Pakistan. Une analyse des données montre que la relation activité-déplacement pour chaque membre du ménage résulte du rôle de cet individu au

sein de ce ménage. Les besoins du ménage sont transformés en activités effectuées par chacun de ses membres. La relation activité-déplacement dépend donc des caractéristiques de l'individu, de la nature et disponibilité de l'activité, et d'indicateurs d'accessibilité (par exemple : les contraintes temporelles, la distance entre activités et domicile et la proximité d'infrastructures équipées). Les concepts de culture et de genre sont d'importants facteurs dans la distribution des rôles et de la participation d'un individu à des activités exercées ou non au sein du domicile.

La structure de développement de la demande de déplacement ruraux part du principe que vouloir accéder aux services et commodités nécessaires aux besoins de son ménage est un signe de demande de déplacement dans les pays en voie de développement (Ali et al., 1999). De ce fait, le modèle développé intègre les besoins du ménage et le choix individuel d'activité dans une structure en trois phases :

1. Répartition des besoins
2. Critères d'accessibilité
3. Participation à l'activité

Le schéma 1 illustre la relation entre ces phases. Les paragraphes suivant donnent une description de ces phases.

Répartition des besoins

Dans cette première partie, les analyses sont faites au niveau village afin de déterminer les besoins du ménage et la gamme d'activités disponibles. Ces besoins sont satisfaits par des activités exercées par chaque individu selon son rôle dans le foyer. Les concepts de culture et de genre sont également des facteurs à ce stage de l'étude. Par conséquent, la phase de répartition des besoins fournit un programme d'activités pour chaque membre du ménage.

Critères d'accessibilité

La seconde partie analyse le programme d'activités de chaque individu et met en pratique un ensemble de critères d'accessibilité afin de déterminer la demande engendrée que nécessite la participation à chaque activité. Les critères d'accessibilité prennent en compte la position de l'individu et les contraintes mobiles, temporelles, spatiales, financières et sociales qu'il rencontre. Une activité qui se soumet à ces contraintes d'accessibilité est considérée comme une opportunité pour l'individu. A ce stage, l'analyse décrit l'ensemble des opportunités disponibles pour chaque membre du ménage, ce qui détermine la gamme d'activités à disposition. Chaque activité exercée par un individu est associée à un profit lié à l'accessibilité et dont l'ampleur dépend des attributs de l'individu et de l'activité.

Participation à l'activité

La troisième partie fait l'analyse du modèle activité-déplacement de chaque membre du ménage et quantifie la demande totale de déplacements. Il est reconnu que, de manière quotidienne, un individu examine toutes les opportunités disponibles dans les limites de sa gamme d'activités afin de déterminer si elles nécessitent ou non un déplacement. La structure considère ceci comme choix distinct dans lequel la fonction utilitaire repose sur les profits-accessibilité estimés pour chaque opportunité.

Chaque activité dans l'ensemble de choix disponibles serait caractérisée par un niveau seuil qui définit le niveau de tous les besoins accumulés, sous la condition que l'individu soit prêt à se déplacer afin de satisfaire ces besoins. Chaque opportunité est testée contre son niveau seuil et si ce niveau est atteint,

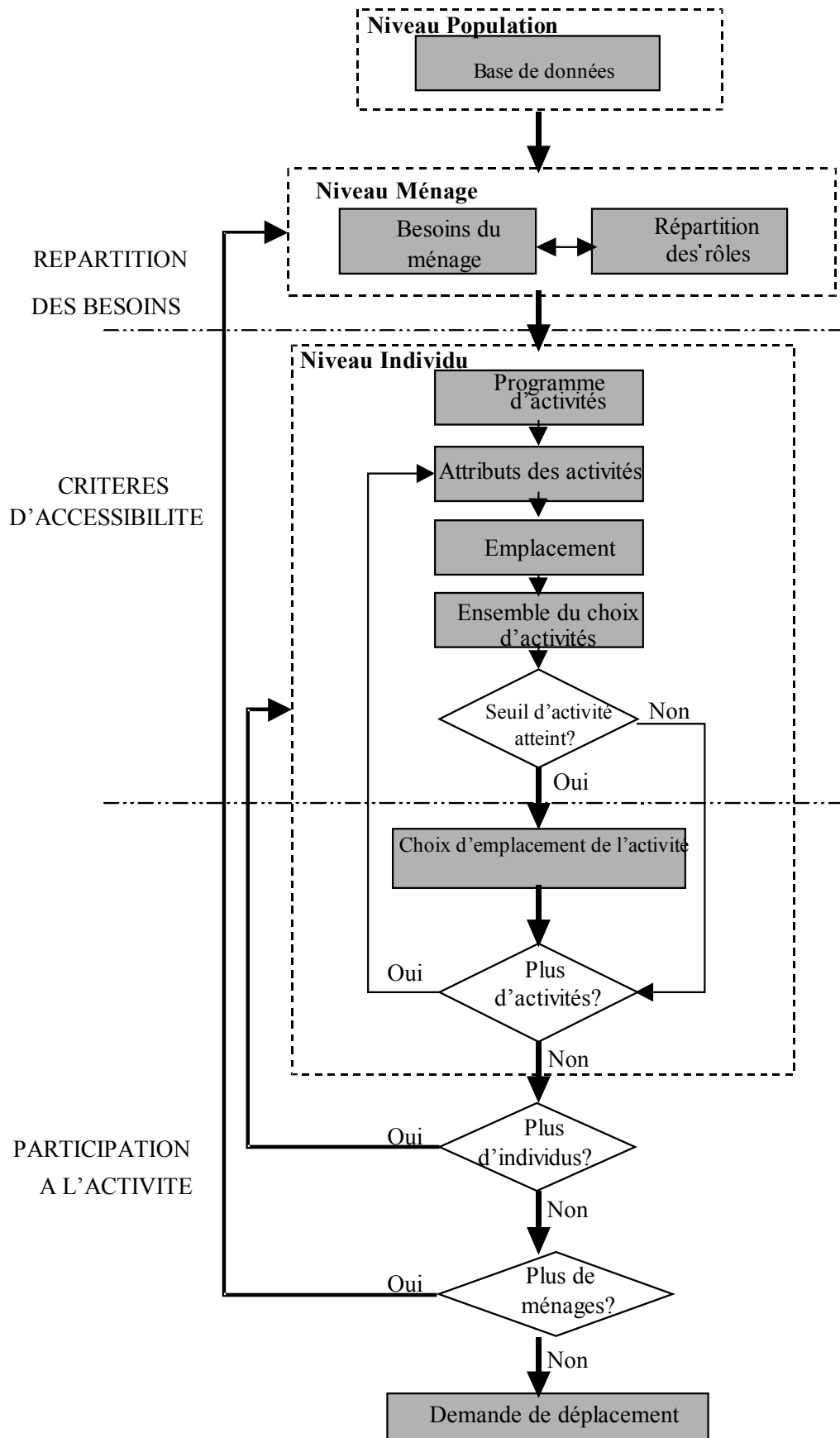


Figure 1 Structure de la demande de déplacement rural

l'individu peut alors décider de participer à l'activité, engendrant ainsi une demande de déplacement. Dans ce cas, il est possible de déterminer la demande de déplacement d'un individu pour chaque activité à laquelle il décide de participer. A l'issue de cette phase, il est donc démontré que la quantité de demandes de déplacement pour un individu varie selon différentes sortes d'activités, à différentes locations, et utilisant différents modes ; résultat qui trouve être identique aux trois premières phases de la méthode conventionnelle en quatre parties concernant le développement des moyens de transports.

Courbe d'analyse

Comme le montre la Figure 1, les phases 2 et 3 de la structure type sont répétées pour tous les membres du ménage, puis pour tous les ménages appartenant à la zone étudiée. La demande de déplacement totale pour la population sélectionnée est définie par la somme des demandes de déplacement de tous les individus.

3. FORMULE TYPE

La structure de la demande de déplacement étudié en section 2 comporte un procédé de prise de décision par un individu concernant ses choix d'activités et leur emplacement. Pour l'illustration de ce procédé de prise de décision, il est entendu que la volonté de participer à une activité est liée à la quantité de profit-accessibilité que l'individu peut en retirer. Cette assomption est utilisée dans le développement d'une formule mathématique de la demande de déplacement basée sur les principes de la théorie du choix distinct et de la maximilisation de l'utilité. L'indice profit-accessibilité est utilisé comme substitue de l'utilité de l'activité pour les individus.

Représentation de la relation profit-accessibilité

L'utilité d'une opportunité est définie par le profit dont un individu peut bénéficier du fait de l'accessibilité d'une activité. La relation profit-accessibilité (BM) développé par Odoki (1992, 2001) a été utilisé pour définir la fonction utilitaire suivante:

$$BM_j^k = \exp\left[-\left(\frac{m}{\alpha I} + \frac{1}{v}\right) \rho x_k\right] [c \rho \omega] \cdot h \gamma \left[\tau - \frac{2x_k}{v}\right]^\gamma \quad (1)$$

où BM_j^k est l'indice de la mesure du profit-accessibilité d'un individu participant à une activité j située à une distance x km du point d'origine; m représente le coût monétaire du déplacement par km; αI est la valeur du temps de déplacement par heure d'un individu au revenu I (ou dont le déplacement résultera en un profit " I "); v est la vitesse moyenne de déplacement en km/h; ρ détermine l'échelon de l'activité; ω représente l'attraction de l'activité sous forme du poids d'importance qui y est attaché; c le paramètre étalon ($c > 0$); h mesure l'utilité par unité de temps; γ est le paramètre qui définit l'utilité secondaire du temps que l'individu possède pour participer à l'activité ; et τ représente le budget-temps total dont l'individu dispose. Cette fonction utilitaire combine les trois composantes de l'accessibilité, à savoir : la composante mobile, qui justifie l'utilité ou non-utilité du déplacement; la composante spatiale, qui envisage l'utilité de l'emplacement de l'activité; et la composante temporelle, qui contient l'utilité du temps.

Représentation du choix distinct

Le comportement du choix distinct a été modélisé selon trois approches : la structure multinomial, la structure binaire et la structure de régression groupée. La structure binaire est la plus adéquat pour illustrer la prise de décision des individus basée sur la théorie de la maximisation de l'utilité. La structure binaire utilisée s'exprime de la manière suivante:

$$P_j^i = \frac{\exp(\beta \cdot BM_j^i)}{1 + \exp(\beta \cdot BM_j^i)} \quad (2)$$

où P_j^i est la probabilité qu'à l'activité j d'être sélectionnée par l'individu i ; et β est le paramètre modèle. Dans la structure binaire (BNL), une seule variable (l'activité) est prise en compte à la fois. C'est un choix binaire de l'activité sélectionnée. Le paramètre modèle β peut être calculé en utilisant le procédé de probabilité maximum.

Ali (2011) a mené une étude sur les caractéristiques des déplacements d'un ménage dans quatre provinces rurales représentatives au Pakistan: Hala, Khudzar, Sindh, et Balochistan. Les types d'activités de son analyse étaient le travail, l'éducation, le marché, la santé et les loisirs. Les ménages étaient séparés en quatre "stages de cycle-vie". Le ménage était divisé en quatre groupes : le Chef de Famille, un Partenaire, un Enfant âgé de plus de 15 ans, et un Enfant de moins de 15 ans. Basé sur les données recueillies pour cette étude, un groupe de structures binaires a été formulé pour chaque combinaison significative d'une activité et d'un groupe d'individus. Ces structures et leur signification statistique sont représentés dans le Tableau 1. La mesure de l'indice profit-accessibilité BM est la variable explicative dans chaque structure.

Dans l'exemple de l'activité Travail, la probabilité que le Chef de Famille choisisse Travail est directement proportionnelle à la relation profit-accessibilité du Travail et du Marché. Ce même exemple pour le Partenaire montre que l'effet conjugué de l'utilité de la participation aux activités Santé et Loisirs est la cause de déplacements liés au Travail. La constante négative implique une décroissance dans la probabilité qu'à le Partenaire de participer à l'activité Travail, alors que dans le cas de l'Enfant, la constante positive de l'activité scolaire indique une croissance dans la probabilité de déplacement liés à l'Ecole.

Evaluation des paramètres types

La formule de la structure binaire utilisée au stage de l'estimation paramétrique est:

$$P_j^i = \frac{\exp(A)}{1 + \exp(A)} \quad (3)$$

$$\text{avec } A = (\beta_o)^j + \sum_{m \in C} (\beta_m)^j BM_m^i \quad (4)$$

où j représente l'activité pour laquelle les paramètres types sont évalués, m les activités comprenant l'ensemble de choix de l'individu i , $(\beta)^j$ est le vecteur des paramètres types pour l'activité j , BM_m^i est l'indice d'utilité (c'est à dire l'indice de mesure des profits selon l'accessibilité) pour l'individu i pour chaque activité m dans leur ensemble de choix C .

L'évaluation des probabilités pour chaque activité demande une gamme de paramètres types (β) spécifiques à l'activité j et applicable à l'ensemble de l'échantillon représentatif. Les données à traiter pour le développement type se composent des valeurs calculées de BM_m et des données de voyage observées pour chaque activité j et individu i . La structure suivante est tirée de l'activité Marché en utilisant le progiciel d'analyse statistique:

$$(\text{Pr}_i)_{\text{Marché}}^k = \frac{\exp(-1.102 + 2.343 \cdot \text{BMMARCHE})}{1 + \exp(-1.102 + 2.343 \cdot \text{BMMARCHE})} \quad (5)$$

où $(\text{Pr}_i)_{\text{Marché}}^k$ représente la probabilité qu'un individu i a de choisir l'activité j à l'emplacement k ; BMMARCHE est le profit-accessibilité de l'individu i pour participer à l'activité Marché à l'emplacement k .

Tableau 1 Modèles binaires (tout individu confondu)

ACTIVITE	INDIVIDU	PARAMETRES APPROXIMATIFS ¹						STATISTIQUES ²		
		Indicateur ^{1a}	Constante	BM Tr/Ec	BM Marché	BM Santé	BM Lois.	LR	df	Valeur p
TRAVAIL ECOLE	Chef de f.		0.225	0.135				40	4	0.000
	Partenaire	-3.319			0.178	0.088		192	6	0.000
	Enfant > 15	1.285			0.178	0.088				
	Enfant < 15				0.178	0.088				
MARCHE	Chef de f.			0.150	0.091			49	4	0.000
	Partenaire	-9.189	-0.069		-0.198	-0.164		162	7	0.000
	Enfant > 15	1.435	-0.069		-0.198	-0.164				
	Enfant < 15		-0.069		-0.198	-0.164		56	4	0.000
SANTE	Chef de f.	3.486	-3.431	-1.388				105	7	0.000
	Partenaire	0.875	-3.431	-1.388						
	Enfant > 15	1.674	-3.431	-1.388						
	Enfant < 15		-3.431	-1.388						
LOISIRS	Chef de f.	0.513	-1.878	-0.180				125	7	0.000
	Partenaire	-0.327	-1.878	-0.180						
	Enfant > 15	0.961	-1.878	-0.180						
	Enfant < 15				-0.672			31	4	0.000

Notes:

1 Les paramètres approximatifs sont reportés pour les coefficients supérieurs ou égaux à un niveau significatif de 90%

1a La variable "indicateur" ajuste la base type (zone grisée) pour rendre compte de l'effet du facteur "individu"

2 Les statistiques types réfèrent à la structure générale qui fournit les paramètres approximatifs, le degré de liberté (df) ré la structure générale. La valeur p représente le niveau signification du test statistique Chi-Square, donné en tant que valeur probable Valeur 0 indique une très faible valeur.

4. APPLICATION DU MODELE TYPE

Les tâches principales dans la structuration de la demande de déplacement peut se résumer de la manière suivante:

1. Préparation des données types
2. Evaluation des paramètres types
3. Prédiction de la demande totale de déplacements

La figure 2 illustre la structure globale qui décrit le fonctionnement du modèle.

La base de données et les structures développées dans cette recherche ont été mises en pratique dans l'exemple de l'activité Marché qui figure dans le Tableau 2. Il apparaît que la colonne $(Pr_i)_{Marché}^k$ contient une fourchette de valeurs comprises entre 0 et 1. Ces valeurs probables sont converties en demande individuelle de déplacement $(T_i)_{Marché}^k$, avec 0.5 comme valeur seuil. Toute valeur probable supérieure à 0.5 résulte en une demande de déplacement égale à 1 et toute valeur probable ≤ 0.5 ne résulte en aucune demande de déplacement ($(T_i)_{Marché}^k = 0$). Ce total de demande de déplacement est la somme de tous les 1 dans cette colonne. Pour plus détails de cette mise en pratique, se référer à Ali (2001)

Tableau 2 Exemples de calculs

FORMULE MODELE $(Pr_i)_{Marché}^k = \frac{\exp(-1.102+2.343 \cdot BMMARCHE)}{1+\exp(-1.102+2.343 \cdot BMMARCHE)}$				
NUMERO D'IDENTIFICATION	BM MARCHE	$(Pr_i)_{Marché}^k$	$(T_i)_{Marché}^k$	MARCHE OBSERVE
262	0.00194	0.250219	0	1
268	0.00002	0.249373	0	1
279	4.37301	0.999893	1	1
288	0.00062	0.249639	0	0
295	6.31739	0.999999	1	1
302	0.00000	0.249365	0	0
307	3.62301	0.999381	1	1
312	0.00003	0.249378	0	0
319	0.03545	0.265232	0	0
325	0.00000	0.249365	0	1
DEMANDE TOTALE:			3	6
ADEQUATION:			$(3-6)/6=-50\%$	

L'adéquation du modèle se vérifie en comparant les fréquences estimées aux fréquences observée. Dans l'exemple pratique, la fréquence observée est de 6 et la fréquence estimée est équivalente à trois voyages par jour (Tableau 2). Le modèle fournit donc la capacité d'estimer la demande de déplacement pour l'activité Marché avec une précision de 50% par rapport à la demande de déplacement observée.

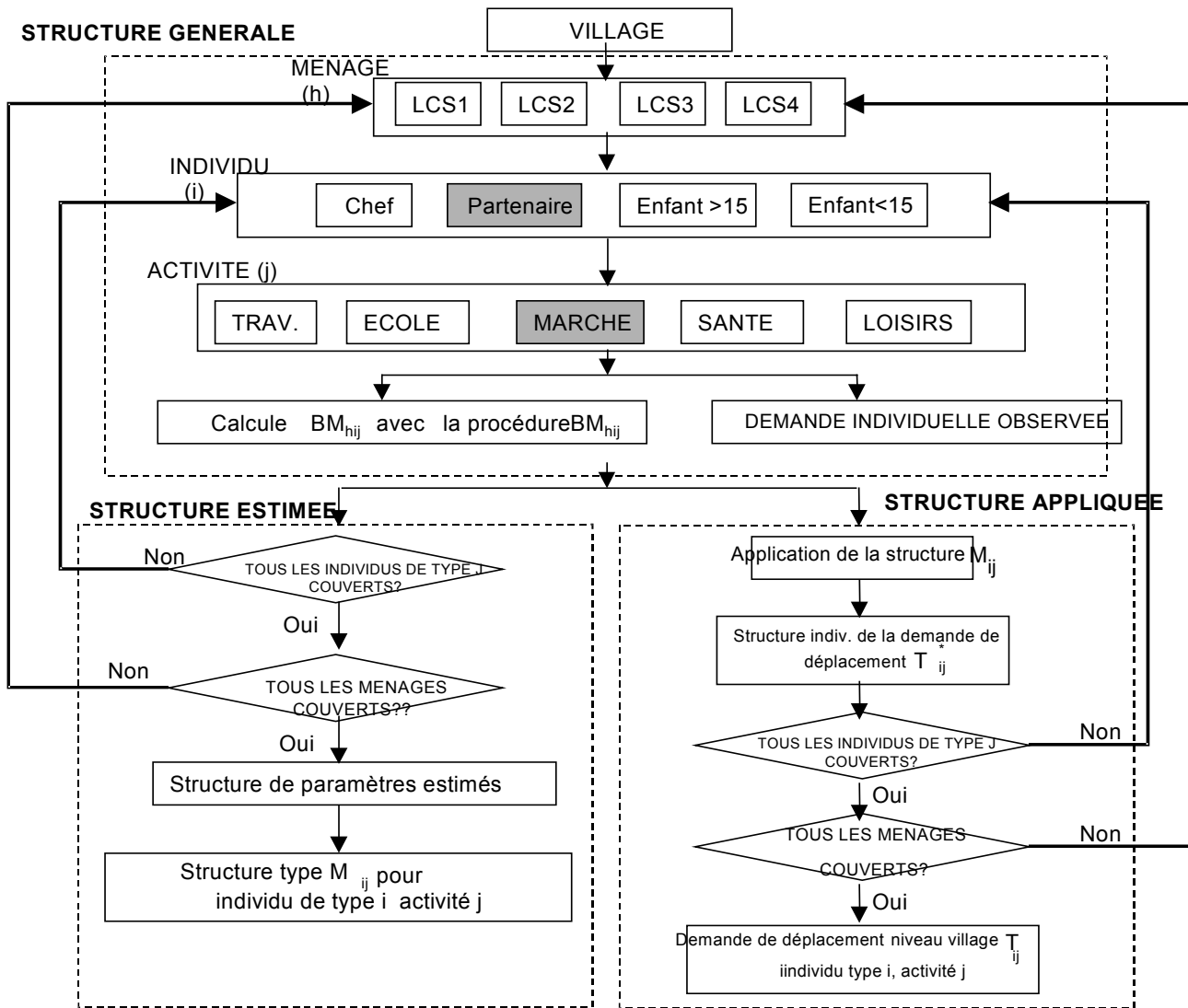


Figure 2 Structure globale

5. CONCLUSIONS

Cette étude a débattu du développement de la demande de déplacement rural dans les pays en voie de développement. Le thème sous-jacent considère le déplacement pour se rendre à différentes activités comme nécessaire à la satisfaction des besoins d'un ménage. Les composantes du modèle développé consistent en une structure type, une fonction utilitaire de profits perçus par l'individu, et des modèles de probabilités de comportement selon les choix d'activité et d'emplacement. Le comportement de choix distinct de l'individu a été modelé sur trois approches, à savoir la structure multinomial, la structure binaire, et la structure de régression groupé.

L'analyse de la relation activité-déplacement en milieu rural faite à partir de données recueillies dans les provinces de Hala et de Khuzdar au Pakistan a démontré que les décisions individuelles liées au déplacement étaient relatives à la situation socioéconomique du ménage. Le chef de famille supporte la plupart des activités du ménage. Les enfants les plus âgés partagent cette responsabilité avec lui. Les femmes au foyer et les filles de plus de 15 ans ne participent pas aux activités qui tiennent place à l'extérieur du domicile. Des données recueillies chez les ménages ont été utilisés afin de développer et de valider la relation de profit-accessibilité pour diverses activités et types d'individus. Le choix d'activité observé a été défini comme déplacement vers une activité extérieure, et la durée de l'activité a quant à elle servi de donnée de la fonction utilitaire de l'activité. Un exemple pratique a illustré les procédures impliquées dans le développement de la structure et dans les phases d'application.

REFERENCES

- Ali, S. M., J. B. Odoki, and H. R. Kerali, (1999). *A framework for modelling rural travel demand in developing countries*. UTSG Conference 1999, York, UK .
- Ali, S. M., (2001). *An accessibility-activity based approach for modelling rural travel demand in developing countries*. PhD Thesis, University of Birmingham, UK.
- Howe, J. (1996). *Transport for the poor or poor transport?* IHE Working paper IP-12, International Institute for Infrastructural, Hydraulic and Environmental Engineering, Delft University, The Netherlands.
- Odoki, J. B., (1992). *Accessibility-benefits analysis as a tool for transportation planning in developing countries*. PhD Thesis, University of Trieste, Polytechnic of Milan, Italy.
- Odoki, J.B., H.R. Kerali and F. Santorini (2001). *An Integrated Model for Quantifying Accessibility-Benefits in Developing Countries*. *Transportation Research – An International Journal, Part A Policy and Practice*, Vol. 35A, No.7, pp 601–623, Pergamon, Elsevier Science Ltd.

