



Groupe de Recherche en Économie et Développement International

Cahier de recherche / Working Paper
05-03

**THEORIE DES ENSEMBLES FLOUS ET DECOMPOSITION
MULTIDIMENSIONNELLE DE LA PAUVRETÉ :
LE CAS DU SENEGAL**

Stéphane Mussard

María Noel Pi Alperin

THEORIE DES ENSEMBLES FLOUS ET DECOMPOSITION

MULTIDIMENSIONNELLE DE LA PAUVRETÉ :

LE CAS DU SENEGAL

Stéphane Mussard ♦

María Noel Pi Alperin *

RÉSUMÉ

Cette recherche étend l'approche de Dagum C. et Costa M. [*“Analysis and Measurement of Poverty. Univariate and Multivariate Approaches and their Policy Implications. A case of Study: Italy”*, dans Dagum C. et Ferrari G. (ed.), Household Behaviour, Equivalence Scales, Welfare and Poverty, Springer Verlag, Germany, p. 221-271, 2004]. Nous développons un modèle multidimensionnel de pauvreté en introduisant une analyse de décomposition synthétique mettant en exergue les dimensions (santé, éducation, etc.) et les groupes (sexe, région, religion, etc.) qui contribuent à accroître le montant de la pauvreté totale. Nous appliquons les décompositions afin d'étudier le niveau de la pauvreté qui règne au Sénégal en 1994-1995. Les résultats mis en évidence permettent aux décideurs de mettre en place des politiques socio-économiques autorisant la réduction de l'intensité de la pauvreté.

Mots-Clés: Décomposition, Pauvreté Multidimensionnelle, Théorie des Ensembles Flous, Sénégal.

Classification JEL: D31, D63, I32

♦ GREDI et LAMETA, Université Montpellier I, Av. de la Mer - Site de Richter - C.S. 79606, 34960 Montpellier Cedex 2 France. Tel: 33 (0)4 67 15 84 93 / Fax : 33 (0)4 67 15 84 67. E-mail: s-mussard@lameta.univ-montpl.fr

* LAMETA, Université Montpellier I, Av. de la Mer - Site de Richter - C.S. 79606, 34960 Montpellier Cedex 2 France. Tel: 33 (0)4 67 15 84 93 / Fax : 33 (0)4 67 15 84 67. E-mail: pialperin@lameta.univ-montpl.fr

1. Introduction

Les premières mesures de pauvreté furent introduites par Booth (1892) et Rowntree (1901). Les recherches qui suivirent se sont focalisées sur une même caractéristique : la dimension du revenu ou la dimension de la consommation. Ces approches univariées ne permettent pas d'intégrer tous les déterminants de l'intensité de la pauvreté.

Ces trente dernières années, les techniques multivariées se sont développées. On recense tout d'abord la théorie de l'exclusion sociale introduite par René Lenoir, le Ministre du bien-être social en 1974, et d'autre part, la théorie des « capacités » (*Capability and Entitlement*) de Amartya Sen (1980). En dépit de leur contribution qualitative à la notion de pauvreté multidimensionnelle, ces approches ne proposent pas de méthodes opérationnelles pour mesurer l'état de l'exclusion sociale.

Cerioli et Zani (1990) offrent une première méthode multidimensionnelle basée sur la théorie des ensembles flous, permettant la construction d'un indice comprenant les différentes dimensions (attributs) de la pauvreté. Dagum *et alii.* (1992), Cheli *et alii.* (1994), Cheli et Lemmi (1995), et Martinetti (1994) ont ensuite exploré cette nouvelle approche. C'est celle de Dagum et Costa (2004) qui a retenu notre attention. Ils introduisent les indices unidimensionnels pour mesurer l'état de privation de chaque attribut pour l'ensemble de la population. Cette décomposition permet ainsi de mesurer la contribution de chaque dimension sur le niveau de la pauvreté globale.

L'objectif de ce papier est d'introduire une décomposition synthétique qui combine à la fois le rôle des groupes d'une population et les dimensions de la pauvreté dans l'explication de la pauvreté totale.

Le plan adopté pour présenter notre réflexion est le suivant. La *Section 2* expose les notions de bases relatives à l'approche multidimensionnelle fondée sur la théorie des ensembles flous. La *Section 3* développe trois sortes de décomposition : la décomposition en groupes ; la décomposition par attribut de Dagum et Costa (2004) ; et la décomposition multidimensionnelle. La *Section 4* est dédiée à l'application de nos méthodes de décomposition à l'Enquête Sénégalaise Auprès des Ménages (ESAM). La *Section 5* conclut.

2. Une approche multidimensionnelle fondée sur la théorie des ensembles flous

Résumons brièvement les principales notions concernant l'analyse multidimensionnelle de la pauvreté basée sur la théorie des ensembles flous, et notamment fondée par les travaux de Dagum et Costa (2004).

Cette méthode nécessite la définition de deux concepts : (i) les entités économiques ou l'ensemble des ménages situés dans un espace économique $A = \{a_1, \dots, a_i, \dots, a_n\}$; et (ii) un vecteur d'ordre m des attributs socio-économiques pour étudier l'état de pauvreté de A : $X = \{X_1, \dots, X_j, \dots, X_m\}$.

Appelons B un sous-ensemble de A tel que chaque $a_i \in B$ présente un degré de privation dans au moins un des m attributs inclus en X .

La fonction d'appartenance au sous-ensemble flou B du i -ème ménage ($i = 1, \dots, n$) par rapport au j -ème attribut ($j = 1, \dots, m$) est défini de la manière suivante :

$$x_{ij} = \mu_B(X_j(a_i)), \quad 0 \leq x_{ij} \leq 1. \quad (1)$$

Dans ce cas :

- $x_{ij} = 1$, si le i -ème ménage n'a pas le j -ème attribut ;
- $x_{ij} = 0$, si le i -ème ménage possède le j -ème attribut ;
- $0 < x_{ij} < 1$, si le i -ème ménage a le j -ème attribut avec une intensité comprise entre (0,1).

La fonction d'appartenance du i -ème ménage au sous-ensemble flou B peut être définie comme le poids moyen de x_{ij} :

$$\mu_B(a_i) = \frac{\sum_{j=1}^m x_{ij} w_j}{\sum_{j=1}^m w_j}. \quad (2)$$

L'équation $\mu_B(a_i)$ mesure le ratio de pauvreté du i -ème ménage, où w_j est le poids attaché au j -ème attribut, et où :

$$0 \leq \mu_B(a_i) \leq 1. \quad (3)$$

Le comportement de la fonction d'appartenance est le suivant :

- $\mu_B(a_i) = 0$, si a_i possède les m attributs ;
- $\mu_B(a_i) = 1$, si a_i est totalement dépourvu des m attributs ;
- $0 < \mu_B(a_i) < 1$, si a_i est partiellement ou totalement privé de quelques attributs mais pas totalement démuné de tous les attributs.

Le poids w_j représente l'intensité de privation liée à l'attribut X_j . C'est une fonction inverse du degré de privation de cet attribut pour la population des ménages. Plus le nombre de ménages privés de l'attribut X_j est petit, et plus le poids w_j sera grand. Cerioli et Zani (1990) définissent un poids vérifiant cette propriété, à savoir :

$$w_j = \log \left[\frac{\sum_{i=1}^n g(a_i)}{\sum_{i=1}^n x_{ij} g(a_i)} \right], \quad (4)$$

où $g(a_i) / \sum_{i=1}^n g(a_i)$ est la fréquence relative associée à l'observation de l'échantillon a_i de la population. Le dénominateur du logarithme, dans l'équation (4), est toujours positif. Si la valeur $x_{ij} = 0, \forall i$, faisait partie de l'ensemble des possibles, cela signifierait qu'il n'y aurait aucune privation en X_j .

L'indice de pauvreté flou de l'ensemble A est une moyenne pondérée de $\mu_B(a_i)$ donnée par (2) :

$$\mu_B = \frac{\sum_{i=1}^n \mu_B(a_i)g(a_i)}{\sum_{i=1}^n g(a_i)}. \quad (5)$$

Parallèlement à la détermination de l'indice de pauvreté multidimensionnel du i -ème ménage et celui de la population globale, l'utilisation de la théorie des ensembles flous permet aussi le calcul d'un indice unidimensionnel pour chacun des j attributs considérés :

$$\mu_B(X_j) = \frac{\sum_{i=1}^n x_{ij}g(a_i)}{\sum_{i=1}^n g(a_i)}. \quad (6)$$

$\mu_B(X_j)$ définit le degré de privation du j -ème attribut pour la population des n ménages.

L'indice de pauvreté flou global peut aussi être défini comme une moyenne pondérée des indices unidimensionnels pour chaque attribut :

$$\mu_B = \frac{\sum_{j=1}^m \mu_B(X_j)w_j}{\sum_{j=1}^m w_j}. \quad (7)$$

L'analyse des résultats obtenus en (6), pour $j = 1, \dots, m$, donne la possibilité aux décideurs d'identifier les causes de la pauvreté et d'intervenir structurellement pour la réduire.

3. Décomposition de l'indice de la pauvreté multidimensionnel

Dans cette section, nous présentons les méthodes de décomposition de l'indice flou de pauvreté multidimensionnelle qui ont été introduits et développés dans un travail précédant (Cf. Mussard et Pi Alperin (2005)).

3.1. Décomposition en groupes

Une autre manière d'évaluer la structure de la pauvreté est de proposer une décomposition en groupes de population. Divisons la surface économique totale en k groupes, S_k , de taille n_k ($k = 1, \dots, s$). L'intensité de la pauvreté du i -ème ménage de S_k est donnée par :

$$\mu_B(a_i^k) = \frac{\sum_{j=1}^m x_{ij}^k w_j}{\sum_{j=1}^m w_j}, \quad (8)$$

où x_{ij}^k est la fonction d'appartenance au sous-ensemble flou B du i -ème ménage ($i = 1, \dots, n$) de S_k par rapport au j -ème attribut ($j = 1, \dots, m$). L'indice de pauvreté multidimensionnel associé au groupe S_k est alors défini de la manière suivante¹ :

¹ $g(a_i^k) / \sum_{i=1}^{n_k} g(a_i^k)$ est la fréquence relative représenté par l'observation de l'échantillon a_i^k du groupe S_k .

$$\mu_B^k = \frac{\sum_{i=1}^{n_k} \mu_B(a_i^k) g(a_i^k)}{\sum_{i=1}^{n_k} g(a_i^k)}. \quad (9)$$

D'après (9), l'indice de pauvreté flou global peut être calculé comme une moyenne pondérée du niveau de pauvreté à l'intérieur de chaque groupe :

$$\mu_B = \frac{\sum_{k=1}^s \sum_{i=1}^{n_k} \mu_B(a_i^k) g(a_i^k)}{\sum_{i=1}^n g(a_i)}. \quad (10)$$

De cette manière, il est possible de mesurer la contribution du k -ème groupe à l'indice de pauvreté total :

$$C_{\mu_B}^k = \frac{\sum_{i=1}^{n_k} \mu_B(a_i^k) g(a_i^k)}{\sum_{i=1}^n g(a_i)}. \quad (11)$$

Cette décomposition permet aux décideurs de réduire la pauvreté en identifiant les groupes les plus affectés (régions, niveaux d'éducation, etc.), et plus précisément les groupes qui contribuent à augmenter l'état d'exclusion sociale.

3.2. Décomposition par attributs : Dagum et Costa (2004)

Dagum et Costa (2004) ont introduit la décomposition par attribut en démontrant qu'il est possible de calculer la contribution du j -ème attribut à l'indice de pauvreté global. A partir des équations pour les indices unidimensionnels de pauvreté (6) et des poids attachés à chaque attribut (4), les auteurs obtiennent la contribution (absolue) du j -ème attribut ($C_{\mu_B}^j$) à l'indice de pauvreté multidimensionnel :

$$C_{\mu_B}^j = \mu_B(X_j) w_j / \sum_{j=1}^m w_j. \quad (12)$$

D'après (12), il est possible de calculer la contribution du j -ème attribut au k -ème groupe. On introduit, pour ce faire, l'indice unidimensionnel de pauvreté du j -ème attribut pour le k -ème groupe² :

$$\mu_B(X_j^k) = \frac{\sum_{i=1}^{n_k} x_{ij}^k g(a_i^k)}{\sum_{i=1}^{n_k} g(a_i^k)}. \quad (13)$$

La contribution du j -ème attribut au k -ème groupe est donc :

² Sachant que $\sum_{k=1}^s n_k = n$.

$$C_{\mu_B^k}^j = \mu_B(X_j^k)w_j / \sum_{j=1}^m w_j . \quad (14)$$

Contrairement à la décomposition par groupe, ce deuxième type de décomposition permet aux décideurs d'obtenir plus d'information sur les différentes dimensions de la pauvreté, permettant ainsi davantage de précision dans la mise en place des politiques socio-économiques appropriés pour réduire l'état de la pauvreté.

3.3. Décomposition multidimensionnelle

Cette section est dédiée à l'analyse de la décomposition multidimensionnelle de l'indice de pauvreté flou μ_B . En 1998, Chakravarty, Mukherjee et Ranade ont introduit une classe d'indices de pauvreté simultanément décomposables par attribut et par groupe. Comme Mussard et Pi Alperin (2005) l'ont démontré, l'indice de pauvreté floue μ_B satisfait cette propriété.

D'après (13), il est possible de définir l'indice de pauvreté comme une fonction pondérée des indices unidimensionnels du j -ème attribut dans le k -ème groupe :

$$\mu_B = \sum_{k=1}^s \sum_{j=1}^m \mu_B(X_j^k)w_j / \sum_{j=1}^m w_j . \quad (15)$$

Ainsi, la contribution du j -ème attribut du groupe k à l'indice de pauvreté global s'écrit :

$$C_{\mu_B}^{jk} = \mu_B(X_j^k)w_j / \sum_{j=1}^m w_j . \quad (16)$$

Cette décomposition simultanée donne toutes les combinaisons "attribut/groupe" qui contribuent à l'état de pauvreté de la surface économique. En définitive, on trouve toute l'information nécessaire pour réduire l'intensité de la pauvreté.

4. Le cas d'étude : Sénégal

Le Sénégal est un Etat de l'Afrique occidentale, qui possède 7 884 257 habitants. Selon le rapport du PNUD de 2000 sur le développement humain, le Sénégal est classé au 154-ième rang sur 174 pays. Dans ce pays, la pauvreté est devenue un phénomène d'une grande ampleur, reflétant les effets conjugués d'une croissance économique relativement faible au regard de l'évolution démographique et de surcroît erratique. La pauvreté s'avère ainsi d'un niveau très intense. C'est pour cette raison que nous nous proposons d'étudier l'état de la pauvreté structurelle et l'analyse de ses caractéristiques.

La base de données utilisée dans cette application est l' ESAM : "Enquête Sénégalaise Auprès des Ménages". Cette première enquête budget-consommation a été réalisée par la Direction pour la Prévision et de la Statistique (DPS) du Sénégal avec la collaboration financière et technique de

la Banque Mondiale et la « Canadian's Agency for the International Development » (ACDI) entre 1994-1995. Cette enquête inclus des informations sur le revenu, le marché du travail, la démographie des ménages, et les caractéristiques du foyer.

Dans la suite, nous utilisons un échantillon pour chacune des différentes régions composant la République Sénégalaise. L'application des méthodes présentées en *Sections 2* et *3* va permettre d'étudier les caractéristiques de la pauvreté régionale et nationale.

4.1. Les attributs socio-économiques sélectionnés

Les deux principaux critères permettant la correcte sélection des attributs socio-économiques pour étudier l'état de pauvreté sont : les notions multidimensionnelles de la pauvreté ; et l'information de l'enquête ESAM. Cette sélection est très importante car chacun des attributs sélectionnés explique le degré de privation et d'exclusion sociale des ménages étudiés. Les variables sélectionnées sont les suivantes³ :

1. *Matériaux pour le plancher ;*
2. *Les matériaux pour le toit ;*
3. *Type du logement ;*
4. *Statut d'occupation du logement ;*
5. *Matériaux des murs extérieurs ;*
6. *Type d'aisance ;*
7. *Éléments de confort ;*
8. *Activité et situation actuelle ;*
9. *Niveau d'instruction ;*
10. *Situation dans la profession actuelle ;*
11. *Revenu équivalent ;*
12. *Indice de peuplement.*

Dans les sections suivantes nous présentons les principaux résultats de la méthode multidimensionnelle de la mesure de pauvreté ainsi que ceux des méthodes de décomposition présentées dans les deux premières sections⁴.

4.2. La décomposition unidimensionnelle

Nous appliquons la décomposition par attribut développé par Dagum et Costa (2004). L'indice de pauvreté multidimensionnel mesuré au Sénégal est $\mu_B = 0,2163$. Autrement dit, 21,63% des ménages sénégalais sont structurellement pauvres⁵.

³ Le ménage est défini comme un groupe de personnes, apparentées ou non, qui vivent habituellement ensemble et mettent en commun tout ou partie de leurs ressources pour subvenir à leurs besoins essentiels tels que l'alimentation et le logement. Ces personnes reconnaissent l'autorité d'une seule et même personne appelée chef du ménage.

⁴ Dans l'Annexe nous trouvons les degrés d'appartenance pour chaque attribut socio-économique sélectionné dans cette analyse.

⁵Dans le présent travail nous nous intéressons à l'étude de la pauvreté structurelle relative au pays et non relative aux autres pays.

Nous avons estimé les indices flous unidimensionnels de pauvreté pour identifier les dimensions qui ont la plus importante contribution à l'état de privation des ménages pauvres. Des douze attributs sélectionnés, l'activité et la situation actuelle $\mu_B(X_7)$, le niveau de revenu $\mu_B(X_{11})$, le niveau d'instruction $\mu_B(X_9)$, et les éléments de confort $\mu_B(X_6)$ sont les principales causes de la pauvreté. Suivies par les matériaux du toit $\mu_B(X_2)$, le type du logement $\mu_B(X_3)$, et les matériaux du plancher $\mu_B(X_1)$. Si nous analysons la contribution de chaque dimension à l'indice de pauvreté multidimensionnel global, nous observons que ce sont les dimensions associées au foyer qui ont la contribution la plus importante pour expliquer l'état de pauvreté du pays (Cf. *Tableau 1*).

Tableau 1 : Indices unidimensionnels de pauvreté, contribution absolue et relative

Attributs	$\mu_B(X_j)$	Contribution absolue	Contribution relative
Matériaux plancher (X_1)	0,3939	0,0280	12,93
Matériaux toit (X_2)	0,5005	0,0264	12,91
Type du logement (X_3)	0,4844	0,0268	12,38
Statut d'occupation (X_4)	0,1599	0,0223	10,33
Matériaux murs (X_5)	0,2017	0,0246	11,38
Type d'aisance (X_6)	0,7111	0,0185	8,55
Éléments de confort (X_7)	0,9686	0,0024	1,09
Activité actuelle (X_8)	0,0696	0,0141	6,54
Niveau d'instruction (X_9)	0,8869	0,0081	3,75
Situation profession (X_{10})	0,0971	0,0173	7,98
Revenu équivalent (X_{11})	0,9336	0,0049	2,26
Indice peuplement (X_{12})	0,1694	0,0229	10,60
Total	0,2163	0,2163	100

Même si ces résultats donnent l'information nécessaire pour identifier les causes de la pauvreté, les méthodes de décomposition procurent davantage de précision dans la détermination du phénomène multidimensionnel de la pauvreté globale.

4.3. La décomposition multidimensionnelle

Les décompositions réalisées sont les suivantes : (i) religion du ménage ; (ii) état civil du chef de ménage ; (iii) les dix principales régions du pays ; (iv) le sexe du chef de ménage ; (v) la localisation des ménages dans les zones urbaines ou rurales ; et finalement, (vi) la taille du foyer.

Nous allons analyser dans un premier temps la décomposition par groupe. Le *Tableau 2* présente deux types d'information : (i) les indices de pauvreté multidimensionnels (IPM) pour chaque groupe après décomposition ; et (ii) leur contribution relative et absolue à l'IPM.

Pour la décomposition par religion, nous trouvons que les ménages musulmans sont plus pauvres que les ménages chrétiens, mais la différence n'est pas très significative. Cependant, le fait que les ménages musulmans soient plus nombreux implique que leur contribution à la pauvreté globale est nettement supérieure à celle des ménages des autres religions. Ils expliquent 94,52% de la pauvreté du pays.

Tableau 2 : IMP pour chaque décomposition, contributions absolues et relatives

Décomposition		μ_{Bk}	Contribution absolue	Contribution relative en pourcentage
Religion	Chrétien	0,1984	0,0119	5,48
	Musulman	0,2174	0,2044	94,52
Région	Kolda	0,2377	0,0171	7,92
	Dakar	0,1808	0,0436	20,17
	Ziguinchor	0,1645	0,0092	4,25
	Diourbel	0,2738	0,0276	12,78
	Saint-Luis	0,2428	0,0246	11,37
	Tambacounda	0,2296	0,0121	5,57
	Kaolack	0,1969	0,0219	10,11
	Thies	0,2280	0,0306	14,16
	Louga	0,2334	0,0157	7,24
	Fatick	0,2193	0,0139	6,42
Sexe du chef de ménage	Femme	0,2029	0,0399	18,43
	Homme	0,2196	0,1764	81,57
Urbain-rural	Urbain	0,1799	0,765	35,37
	Rural	0,2432	0,1398	64,63
Taille du foyer	1 à 4	0,2103	0,0265	12,25
	5 à 9	0,2282	0,0988	45,70
	10 à 14	0,2152	0,0558	25,80
	15 à 19	0,1935	0,0213	9,87
	20 à 29	0,1910	0,0115	5,33
	30	0,2123	0,0023	1,05

Concernant la décomposition par région, nous trouvons que la région Diourbel est la plus pauvre avec 27,38% des ménages pauvres. En revanche, c'est Dakar, la capitale du pays, qui possède la plus importante contribution à la pauvreté totale avec 20,17%. Résultat cohérent si nous considérons qu'un peu plus de 25% des ménages habitent dans la capitale du pays.

La décomposition par sexe du chef de ménage indique que les pourcentages de ménages pauvres dans les foyers dirigés par les hommes et par les femmes sont très proches. Néanmoins, en étudiant les contributions, nous constatons que ce sont les ménages dirigés par les hommes qui ont la contribution la plus importante pour expliquer l'état de pauvreté avec 81,57%, sachant que seulement 20% des chefs de ménage sont des femmes, et que la plus part d'entre elles assument ce rôle en raison de l'absence temporaire de leur époux (ménages polygames en général).

La décomposition par région montre que non seulement les zones rurales sont plus pauvres que les zones urbaines, mais qu'elles contribuent à expliquer 64,63% de la pauvreté du Sénégal, où 61% de la population habite en zone rurale. Finalement, la décomposition par taille du foyer signale que 22,82% des ménages qui habitent dans des foyers ayant entre 5 à 9 pièces sont pauvres structurels. Ils contribuent, avec les ménages qui habitent dans une habitation de 10 à 14 pièces, à expliquer plus de 70% de la pauvreté Sénégalaise.

Tableau 3 : IUP par attribut et par religion

	Attributs											
	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₆	X ₇	X ₈	X ₉	X ₁₀	X ₁₁	X ₁₂
Chrétiens	0,37	0,44	0,35	0,24	0,05	0,62	0,99	0,08	0,76	0,08	0,89	0,21
Musulmans	0,40	0,50	0,49	0,15	0,21	0,72	0,97	0,07	0,90	0,10	0,94	0,17

Tableau 4 : Contributions absolues et relatives à μ_B des IUP par attribut et par religion

	Attributs											
	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₆	X ₇	X ₈	X ₉	X ₁₀	X ₁₁	X ₁₂
Chrétien	0,0016 [0,72]	0,0014 [0,64]	0,0012 [0,54]	0,002 [0,92]	0,0004 [0,18]	0,001 [0,44]	0,0001 [0,07]	0,001 [0,44]	0,0004 [0,19]	0,0009 [0,42]	0,0003 [0,13]	0,0017 [0,80]
Musulman	0,0264 [12,21]	0,025 [11,57]	0,0256 [11,84]	0,0204 [9,41]	0,0242 [11,20]	0,0175 [8,10]	0,0022 [1,02]	0,0132 [6,10]	0,0077 [3,56]	0,0164 [7,56]	0,0046 [2,13]	0,0212 [9,80]

Intéressons nous maintenant à la décomposition multidimensionnelle. Les *Tableaux 3, 5, 7, 9, et 11* présentent les indices unidimensionnels de la pauvreté (IUP) par attribut et par : (i) religion ; (ii) région ; (iii) sexe du chef de ménage ; (iv) zones habitables ; et (v) taille du foyer. Ces valeurs reflètent le degré de privation de chaque attribut pour la population de chaque groupe. Après implémentation de la décomposition, les valeurs sont différentes pour chaque groupe. Cela signifie que l'intensité du phénomène n'est pas la même au sein de chaque groupe de population. Aussi, nous pouvons observer que la variable revenu n'est pas la seule dimension qui explique l'état de pauvreté de la population sénégalaise. D'autres dimensions comme les éléments de confort, le niveau d'éducation, les matériaux du toit ainsi que le type d'aisance sont aussi des dimensions dominantes du phénomène de la pauvreté.

Tableau 5 : IUP par attribut et par région

	Attributs											
	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₆	X ₇	X ₈	X ₉	X ₁₀	X ₁₁	X ₁₂
Kolda	0,60	0,69	0,67	0,13	0,05	0,84	0,98	0,13	0,95	0,14	0,99	0,07
Dakar	0,09	0,21	0,29	0,27	0,06	0,43	1,00	0,10	0,74	0,13	0,86	0,25
Ziguinchor	0,42	0,54	0,16	0,21	0,04	0,76	0,99	0,03	0,85	0,05	0,92	0,10
Diourbel	0,58	0,52	0,56	0,25	0,44	0,76	0,93	0,09	0,92	0,13	0,94	0,07
Saint-Louis	0,57	0,51	0,31	0,09	0,38	0,75	0,93	0,06	0,95	0,08	0,93	0,28
Tambacounda	0,63	0,71	0,73	0,19	0,13	0,87	0,99	0,03	0,96	0,03	0,99	0,10
Kaolack	0,44	0,63	0,68	0,09	0,07	0,79	0,96	0,04	0,95	0,06	0,96	0,13
Thies	0,34	0,57	0,53	0,07	0,38	0,80	0,99	0,06	0,93	0,11	0,95	0,14
Louga	0,42	0,61	0,63	0,06	0,36	0,82	0,91	0,03	0,94	0,08	0,95	0,20
Fatick	0,54	0,66	0,67	0,11	0,14	0,87	0,98	0,04	0,95	0,05	0,99	0,15

Les *Tableaux 4, 6, 8, 10, et 12* présentent les contributions absolues et relatives des indices unidimensionnels par attribut à l'indice multidimensionnel de la pauvreté par : (i) religion ; (ii) région ; (iii) sexe du chef de ménage ; (iv) zones habitables ; et (v) taille du foyer respectivement. D'une part, la décomposition par religion montre que les ménages musulmans possèdent la plus

importante contribution à l'état de pauvreté, et d'autre part, cette contribution s'explique par les dimensions caractérisant les foyers (Cf. *Tableau 4*).

Tableau 6 : Contributions absolues et relatives à μ_B des IUP par attribut et par région

	Attributs											
	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₆	X ₇	X ₈	X ₉	X ₁₀	X ₁₁	X ₁₂
Kolda	0,0031 [1,42]	0,0026 [1,21]	0,0027 [1,23]	0,0013 [0,59]	0,0004 [0,19]	0,0016 [0,73]	0,0002 [0,08]	0,0019 [0,87]	0,0006 [0,29]	0,0017 [0,81]	0,0004 [0,17]	0,0007 [0,33]
Dakar	0,0015 [0,68]	0,0027 [1,25]	0,0038 [1,76]	0,0091 [4,19]	0,0017 [0,76]	0,0027 [1,25]	0,0006 [0,27]	0,005 [2,32]	0,0016 [0,76]	0,0057 [2,62]	0,0011 [0,50]	0,0082 [3,79]
Ziguinchor	0,0017 [0,78]	0,0016 [0,74]	0,0005 [0,22]	0,0016 [0,75]	0,0003 [0,14]	0,0011 [0,51]	0,0001 [0,06]	0,0004 [0,16]	0,0004 [0,20]	0,0005 [0,21]	0,0003 [0,13]	0,0008 [0,35]
Diourbel	0,0042 [1,92]	0,0028 [1,28]	0,0031 [1,44]	0,0035 [1,63]	0,0054 [2,52]	0,0028 [0,92]	0,0002 [0,11]	0,0017 [0,81]	0,0008 [0,39]	0,0023 [1,07]	0,0005 [0,23]	0,0010 [0,47]
Saint-Louis	0,0041 [1,90]	0,0027 [1,27]	0,0017 [0,81]	0,0012 [0,57]	0,0047 [2,19]	0,0028 [0,92]	0,0002 [0,11]	0,0011 [0,53]	0,0009 [0,41]	0,0014 [0,66]	0,0005 [0,23]	0,0039 [1,79]
Tambacounda	0,0023 [1,08]	0,002 [0,91]	0,0021 [0,98]	0,0014 [0,65]	0,0008 [0,39]	0,0012 [0,55]	0,0001 [0,06]	0,0004 [0,17]	0,0005 [0,21]	0,0003 [0,12]	0,0003 [0,13]	0,0007 [0,32]
Kaolack	0,0034 [1,59]	0,0037 [1,70]	0,0042 [1,94]	0,0014 [0,63]	0,001 [0,47]	0,0023 [1,06]	0,0003 [0,12]	0,0009 [0,43]	0,001 [0,44]	0,0012 [0,54]	0,0006 [0,26]	0,002 [0,94]
Thies	0,0032 [1,49]	0,004 [1,85]	0,0039 [1,82]	0,0014 [0,63]	0,0063 [2,89]	0,0028 [1,30]	0,0003 [0,15]	0,0017 [0,80]	0,0011 [0,53]	0,0026 [1,21]	0,0007 [0,31]	0,0026 [1,19]
Louga	0,002 [0,93]	0,0021 [0,99]	0,0023 [1,08]	0,0005 [0,24]	0,0029 [1,35]	0,0014 [0,66]	0,0001 [0,07]	0,0004 [0,20]	0,0006 [0,27]	0,001 [0,46]	0,0003 [0,15]	0,0018 [0,84]
Fatick	0,0024 [1,13]	0,0022 [1,01]	0,0023 [1,09]	0,001 [0,45]	0,0011 [0,50]	0,0014 [0,66]	0,0002 [0,07]	0,0006 [0,26]	0,0006 [0,26]	0,0006 [0,27]	0,0003 [0,15]	0,0012 [0,58]

La décomposition par attribut et par région (Cf. *Tableau 6*) indique que les dimensions des régions comme Dakar, Diourbel, Thies et Saint-Louis ont une importante contribution dans l'explication de la pauvreté du pays.

Tableau 7 : IUP par attribut et par sexe du chef de ménage

	Attributs											
	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₆	X ₇	X ₈	X ₉	X ₁₀	X ₁₁	X ₁₂
Femmes	0,27	0,42	0,35	0,24	0,18	0,63	0,95	0,08	0,92	0,10	0,95	0,15
Hommes	0,42	0,52	0,52	0,14	0,21	0,73	0,97	0,07	0,88	0,10	0,93	0,17

Tableau 8 : Contributions absolues et relatives à μ_B des IUP par attribut et par sexe du chef de ménage

	Attributs											
	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₆	X ₇	X ₈	X ₉	X ₁₀	X ₁₁	X ₁₂
Femme	0,0038 [1,76]	0,0044 [2,03]	0,0037 [1,73]	0,0066 [3,05]	0,0044 [2,03]	0,0032 [1,49]	0,0005 [0,21]	0,0031 [1,45]	0,0017 [0,76]	0,0035 [1,61]	0,001 [0,45]	0,004 [1,85]
Hommes	0,0242 [11,17]	0,022 [10,18]	0,023 [10,64]	0,0157 [7,28]	0,0202 [9,35]	0,0153 [7,05]	0,0019 [0,88]	0,011 [5,09]	0,0065 [2,99]	0,0138 [6,38]	0,0039 [1,81]	0,0189 [8,75]

Près de 80% des chefs de ménage sont des hommes. C'est pour cette raison (Cf. *Tableau 8*) que les hommes expliquent la quasi-totalité des dimensions étudiées.

Tableau 9 : IUP par attribut et par zone habitable

	Attributs											
	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₆	X ₇	X ₈	X ₉	X ₁₀	X ₁₁	X ₁₂
Urbain	0,12	0,30	0,27	0,25	0,08	0,49	1,00	0,08	0,77	0,12	0,86	0,22
Rural	0,60	0,65	0,64	0,09	0,29	0,87	0,95	0,06	0,97	0,08	0,99	0,13

Tableau 10 : Contributions absolues et relatives à μ_B des IUP par attribut et par zone habitable

	Attributs											
	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₆	X ₇	X ₈	X ₉	X ₁₀	X ₁₁	X ₁₂
Urbain	0,0036 [1,66]	0,0068 [3,13]	0,0064 [2,97]	0,0148 [6,85]	0,0042 [1,95]	0,0055 [2,52]	0,001 [0,48]	0,0072 [3,32]	0,003 [1,39]	0,0094 [4,36]	0,0019 [0,89]	0,0127 [5,86]
Rural	0,0244 [11,28]	0,0196 [9,08]	0,0204 [9,41]	0,0075 [3,48]	0,0204 [9,43]	0,013 [6,03]	0,0013 [0,61]	0,007 [3,21]	0,0051 [2,36]	0,0078 [3,62]	0,003 [1,37]	0,0103 [4,74]

Tableau 11 : IUP par attribut et par taille du foyer

	Attributs											
	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₆	X ₇	X ₈	X ₉	X ₁₀	X ₁₁	X ₁₂
1 à 4	0,37	0,44	0,43	0,30	0,18	0,63	0,97	0,09	0,83	0,11	0,83	0,05
5 à 9	0,43	0,52	0,50	0,18	0,24	0,73	0,98	0,07	0,89	0,09	0,94	0,16
10 à 14	0,39	0,51	0,48	0,13	0,18	0,73	0,97	0,07	0,89	0,11	0,95	0,19
15 à 19	0,36	0,49	0,49	0,07	0,17	0,71	0,95	0,04	0,92	0,08	0,96	0,20
20 à 29	0,29	0,47	0,49	0,04	0,13	0,71	0,96	0,05	0,89	0,08	0,95	0,28
30	0,25	0,49	0,50	0,01	0,06	0,67	0,91	0,07	0,92	0,13	0,97	0,43

Tableau 12 : Contributions absolues et relatives à μ_B des IUP par attribut et par taille du foyer

	Attributs											
	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₆	X ₇	X ₈	X ₉	X ₁₀	X ₁₁	X ₁₂
1 à 4	0,0033 [1,52]	0,0029 [1,36]	0,003 [1,39]	0,0052 [2,41]	0,0027 [1,26]	0,0021 [0,95]	0,0003 [0,14]	0,0022 [1,02]	0,001 [0,44]	0,0025 [1,14]	0,0005 [0,25]	0,0008 [0,36]
5 à 9	0,0072 [3,33]	0,0069 [3,21]	0,0069 [3,20]	0,0047 [2,18]	0,0056 [2,61]	0,0049 [2,27]	0,0006 [0,28]	0,0038 [1,77]	0,0021 [0,98]	0,0049 [2,27]	0,0013 [0,60]	0,0067 [3,10]
10 à 14	0,0028 [1,29]	0,0028 [1,31]	0,0029 [1,36]	0,0011 [0,53]	0,0023 [1,06]	0,002 [0,95]	0,0003 [0,12]	0,001 [0,46]	0,0009 [0,43]	0,0015 [0,70]	0,0006 [0,26]	0,003 [1,39]
15 à 19	0,0012 [0,58]	0,0015 [0,69]	0,0016 [0,74]	0,0004 [0,17]	0,001 [0,46]	0,0011 [0,52]	0,0001 [0,06]	0,0007 [0,31]	0,0005 [0,23]	0,0009 [0,41]	0,0003 [0,14]	0,0022 [1,03]
20 à 29	0,0002 [0,08]	0,0003 [0,13]	0,0003 [0,14]	0,0000 [0,01]	0,0001 [0,04]	0,0002 [0,08]	0,0000 [0,01]	0,0002 [0,07]	0,0001 [0,04]	0,0003 [0,12]	0,0001 [0,03]	0,0007 [0,31]
30 ou +	0,0132 [6,12]	0,0119 [5,51]	0,0119 [5,53]	0,0109 [5,04]	0,0129 [5,97]	0,0082 [3,78]	0,001 [0,47]	0,0063 [2,91]	0,0035 [1,63]	0,0072 [3,34]	0,0021 [0,99]	0,0095 [4,41]

La zone rurale est la plus affectée par la pauvreté. La décomposition par attribut et par groupe de zone habitable montre non seulement que la somme des contributions de la zone rurale est supérieure à celle des zones urbaines, mais que toutes les dimensions des zones rurales ont une contribution plus intense. Par exemple, la dimension statut d'occupation du logement dans les zones rurales explique 3,48% de la pauvreté globale, tandis que la même dimension pour les zones urbaines explique 6,84% de la pauvreté structurelle (Cf. *Table 10*).

En définitive, la décomposition par taille du foyer montre que deux groupes souffrent intensément de la pauvreté : les foyers qui possèdent entre 5 et 9 pièces ; et ceux qui possèdent plus de 30 pièces. Plus précisément, ce sont les variables associées aux types de matériaux qui en seraient à l'origine (Cf. *Tableau 12*).

5. Conclusion

L'approche de Cerioli et Zani (1990) et celle de Dagum et Costa (2004) permettent de mesurer des indices de pauvreté pour chaque ménage, pour chaque attribut, et pour la population totale. Ces coefficients nous renseignent sur l'état de l'exclusion sociale et de privation des individus et autorisent aussi l'identification des principales causes de la pauvreté.

L'introduction des méthodes de décomposition donne la contribution des différentes dimensions et des différents groupes de la population qui nécessitent une aide urgente.

Notre étude empirique, menée à l'aide de nouvelles techniques de décomposition, met en évidence la structure de la pauvreté qui règne au Sénégal en 1994-1995. La décomposition en groupes de population montre principalement que les hommes, les musulmans, la capitale Dakar, et les zones rurales, ont une très forte contribution à l'état de la pauvreté totale. D'autre part, la décomposition en attributs indique que les matériaux liés à l'habitation ainsi que le statut d'occupation sont les dimensions qui tendent accroître le niveau de pauvreté global. Enfin, en combinant les deux types de décomposition, nous démontrons que les combinaisons « Dakar / statut d'occupation du logement », « taille du foyer 30 et + / matériaux pour le plancher », « zone rurale / matériau pour le plancher » sont les principaux couples de causalité de la pauvreté au Sénégal.

6. Bibliographie

- Atkinson A. B.**, (1987), “On the Measurement of Poverty”, *Econometrica* 55(44), 749-764.
- Ceroli A., Zani S.**, (1990), “A Fuzzy Approach to the Measurement of Poverty”, in Dagum C. and Zenga M. (eds.), *Income and Wealth Distribution, Inequality and Poverty*, Springer Verlag, Berlin, 272-284.
- Chakravarty S. R., Mukherjee D., Ranade R. R.**, (1998), “On the Family of Subgroup and Factor Decomposable Measures of Multidimensional Poverty”, *Research on Economic Inequality* 8, 175-194.
- Cheli B., Ghellini G., Lemmi A., Pannuzi N.** (1994), “Mesuring Poverty in the Countries in Transition via TFR Method: The case of Poland in 1990-1991”, *Statistics in Transition*1(5), 585-636, *Journal of the Polish Statistical Association*.
- Dagum C., Gambassi R., Lemmi A.** (1991), “Poverty Mesurement for Economies in Transition en Eastern European Countries”, Intenational Scientific Conference, Polish Statistical Association Central Statistical Office, 201-225, Warsaw, 7-9 October.
- Dagum C., Costa M.**, (2004), “Analysis and Measurement of Poverty. Univariate and Multivariate Approaches and their Policy Implications. A case of Study: Italy”, In Dagum C. and Ferrari G. (eds.); *Household Behaviour, Equivalence Scales, Welfare and Poverty*, Springer Verlag, Germany, 221-271.
- DPS** (1994-1995), “Enquête Sénégalaise Auprès des Ménages”. Ministère de l’Economie, du Finance et du Plan.
- Durbois D., Prade H.** (1980), *Fuzzy Sets and Systems: Theory and Applications*, Academic Press, Boston.
- FGA** (2002), “Gouvernance Locale et Réduction de la Pauvreté: Cas du Sénégal”. Forum sur la Gouvernance en Afrique. République du Sénégal. MaPUTO, Mozambique, 23-25 mai 2002.
- Mussard S., Pi Alperin M. N.** (2005), “Multidimensional Decomposition of Poverty: A Fuzzy Set Approach”. Accepted paper to be present in the *International Conference in Memory of Two Eminent Social Scientists: C. Gini and M. O. Lorenz. Their impact in the XX-th century development of probability, statistics and economics*. Università Degli Studi di Siena, 23 – 26 may, 2005.
- Sen A. K.** (1976), “Poverty: An Ordinal Approach to Measurement”, *Econometrica* 44, 219-231.
- Site Internet du Ministère d’Economie et des Finances** : www.finances.gouv.sn .

Annexe : Fonction d'appartenance pour les attributs socio-économiques sélectionnés

Les caractéristiques de l'habitat donnent une indication sur les conditions de vie des ménages et le niveau de confort de leur logement. Généralement, les ménages tendent à investir dans le logement et son équipement une fois que les besoins tels que l'alimentation sont satisfaits

Tableau A.1. Matériaux pour le plancher

Caractéristiques	Fonction d'appartenance
Banco	0,7
Brique en banco : Carreaux	0,4
Ciment	0
Sable	1
Autre	1

Tableau A.2. Matériaux pour les murs extérieurs

Caractéristiques	Fonction d'appartenance
Brique en ciment	0
Brique en banco	0,2
Pisé	0,4
Paille ou tige	0,9
Bois	0,7
Autre	1

Tableau A.3. Matériaux pour le toit

Caractéristiques	Fonction d'appartenance
Béton	0
Zinc	0,5
Tuile ou ardoise	0,3
Chaume ou paille	0,8
Autre	1

Le *Type du logement* fait référence essentiellement au matériau de construction du local d'habitation. L'architecture est un critère supplémentaire qui permet de déterminer le standing.

Tableau A.4. Type du logement

Caractéristiques	Fonction d'appartenance
Case	1
Baraque	0,9
Maison un bâtiment	0,5
Maison + bâtiments	0,3
Maison à un ou deux étages	0
Immeuble	0
Autre	1

Le *Statut d'occupation du logement* définit une relation de propriété par rapport au logement occupé par le ménage. On distingue la propriété et la non propriété, y compris la location et le logement gratuit.

Tableau A.5. Statut d'occupation actuel

Caractéristiques	Fonction d'appartenance
Propriétaire	0
Copropriétaire	0,1
Locataire - acheteur	0,2
Locataire	0,4
Colocataire	0,6
Sous colocataire	0,7
Logé par l'employeur	0,8
Logé par un parent	1
Autre	1

Concernant *Les éléments de confort* nous savons que la disponibilité en eau courante et en électricité et l'existence des toilettes (WC) dans le ménage peuvent refléter un certain niveau de confort du ménage. Etant donné leur importance dans le cadre de vie du ménage, il est raisonnable de considérer le manque d'un ou de plusieurs de ces éléments comme un signe d'un niveau de confort très bas.

Tableau A.6. Eléments de confort

Eléments	Fonction d'appartenance
Sans élément du confort	1
Eau courant seulement	0,5
Electricité seulement	0,8
WC seulement	0,8
Eau courant et électricité	0,3
Eau courant et wc	0,2
Electricité et wc	0,5
Eau courant, électricité et wc	0

Le *Type d'aisance* est un attribut très important pour caractériser l'état de confort associé au logement, mais cet attribut est aussi associé à l'hygiène, à la non contamination du foyer, et il tient compte aussi de l'effet de chaque composante de cette typologie sur la santé.

Tableau A.7. Type d'aisance

Caractéristiques	Fonction d'appartenance
WC raccordé avec chasse	0
WC raccordé sans chasse	0,4
WC avec fosse	0,6
Fosse perdue	0,8
Edicule public	1
Dans la nature	1
Autre	1

L'indice de peuplement : Pour des ménages de même taille, le nombre de pièces habitées peut être considéré comme un critère de différenciation en terme de confort. En effet, on peut admettre que le surpeuplement et l'exiguïté sont des sources d'inconfort liés au manque de pièces. Pour cette raison, nous construisons cet indice, car il donne une certaine idée de la promiscuité qui règne dans un ménage.

Tableau A.8. Indice de peuplement

Caractéristiques	Fonction d'appartenance
<1 personnes : sous-peuplé	0
1 – 2 personnes : normal	0
3 – 4 personnes : surpeuplé	0,75
4 personnes et plus	1

Le **Niveau d'instruction** concerne la population de 6 ans et plus ayant fréquenté de façon régulière un établissement d'enseignement moderne quelconque (privé ou publique), notamment français, arabe ou autre.

Tableau A.9. Niveau d'instruction

Niveaux	Fonction d'appartenance
Aucun	1
Primaire	0.75
Secondaire	0.25
Supérieur	0

Tableau A.10. Situation dans la profession principale

Situation	Fonction d'appartenance
Tâcheron	0
Indépendant	0
Employeur	0
Salarié	0
Aide familial	0.5
Stagiaire	0.4
Apprenti	0.3
Autre	1
Chômeur	1
Inactif	0.2
Non déclaré	1

Le Revenu équivalent : La variable « Niveau de revenu annuelle par tête » a été prise en compte, c'est-à-dire la somme des revenus de tous les membres du même ménage par an et par tête. Selon les différents rapports pour ce type de pays, il est important de travailler avec une ligne de pauvreté de 2\$ par jour et par personne.

Tableau A.11. Revenu équivalente

Caractéristiques	Fonction d'appartenance
$y_i^e \leq 2U\$s$	1
$2U\$s < y_i^e < 4U\s	$4 - y_i^e / 2$
$y_i^e \geq 4U\$s$	0

Activité et situation actuelle : L'activité économique est définie comme le fait de créer des biens et services, en utilisant d'autres biens et services, le facteur capital étant un facteur fixe (équipements et machines). Le travail domestique effectué par les membres du ménage et le bénévolat ne sont pas considérés comme une activité économique.

Tableau A.12. Activité et situation actuelle⁶

Caractéristiques	Fonction d'appartenance			
	10-20 ans	21-59 ans	> 59 ans	
Homme	occupé	0	0	0
	chômeur	1	1	1
	en formation	0,5	0,9	0,4
	au foyer	-	0,2	0
	retraité	-	0,6	0
	arrêt maladie	1	1	0,3
Femme	inactif	1	1	0,2
	occupée	0	0	0
	chômeur	1	1	1
	en formation	0,6	0,8	0,4
	au foyer	0,1	0,2	0
	retraîtée	-	0,7	0
arrêt maladie	1	1	0,3	
inactive	1	1	0,1	

⁶ Une personne est active occupée si elle a exercé une activité rémunérée ou rémunératrice au cours des 12 mois précédant l'enquête. Un chômeur est un actif disponible pour un emploi mais qui n'a pas travaillé au cours de la période de référence. Il est dans l'attente d'un emploi ou à la recherche d'une occupation pendant au moins 6 mois au cours des 12 mois précédant l'enquête.