

Pastoralisme et Défis statistiques

Vers une méthodologie d'échantillonnage en milieu mobile

Cas des transhumants du Ferlo (Sahel sénégalais)

Aliou Diouf MBALLO^(A), Abdrahmane WANE^(B),
Mamadou Cissé^(C), Ibra TOURE^(D), Cheikh Ibrahima
NOKHO^(E)¹

RESUME

La mise en place d'un plan d'échantillonnage dans une population mobile habitant dans une vaste zone avec une dispersion entre les maisons très importante dans un même site nécessite de réfléchir sur la meilleure façon de tirer un échantillon représentatif. Ce papier s'est intéressé sur la population pastorale occupant le Sahel sénégalais où cohabitent pasteurs et agropasteurs pratiquant la transhumance pour s'adapter face aux changements et à la disposition de fourrage pour leurs animaux. Jusqu'à présent, il existe un déficit notoire de procédure adaptée dans ce type de population pour laquelle des statistiques fiables sont presque inexistantes. Des méthodes d'analyse de données comme l'analyse des correspondances multiples (ACM) et la classification ont été utilisées pour faire le tirage des sites au premier degré. Il s'inscrit dans une approche pluridisciplinaire pour mieux rendre compte de la complexité des systèmes de production pastoraux. Il combine des techniques d'échantillonnage mixtes (analytique et statistique).

MOTS CLEFS : SAHEL, SENEGAL, FERLO, PASTORALISME, ECHANTILLONNAGE

ABSTRACT

The establishment of a sampling plan in a mobile population living in a vast area with a very large dispersion between houses in one site needs to think about on the best way to get a representative sample. This paper focused on the pastoral population occupying the Senegalese Sahel where live pastoralists and agro-pastoralists practicing transhumance to adapt and cope with changes in the provision of fodder for their animals. So far, there is a notorious lack of appropriate procedure in this population for which reliable statistics are almost nonexistent. Data analysis methods like multiple correspondence analysis (MCA) and the classification was used to sample the sites in the first degree. It falls under a multi-field approach for better apprehending the complexity of the pastoral production systems. In particular it seeks to combine techniques of mixed sampling (analytical and statistical).

KEY WORDS: SAHEL, SENEGAL, FERLO, PASTORALISM, SAMPLING

¹ (A) Ingénieur Statisticien, Elève Ingénieur Statisticien Economiste, ENSAE-Dakar, mballoaliou2000@yahoo.fr

(B) PhD, Economiste, Cirad-ILRI, Nairobi, awane@cirad.fr

(C) PhD, Statisticien, Enseignant Chercheur à l'ENSAE-Dakar, cissemk@yahoo.fr

(D) PhD, Géographe, CIRAD, ibra.toure@cirad.fr

(E) Ingénieur Statisticien Economiste, Banque Mondiale, Washington, cnokho@worldbank.org

INTRODUCTION

Une étude menée en 2006 dans le cadre de WISP (World Initiative for Sustainable Pastoralism) en Amérique du Sud, en Europe, en Afrique et en Asie centrale, a particulièrement mis l'accent sur la nécessité de s'orienter vers la production de résultats statistiquement étayés en économie du pastoralisme [Hatfield and Davies, 2006]. La faisabilité d'une telle proposition suppose de réfléchir sur l'implantation de dispositifs de collecte de données adaptés aux caractéristiques de l'activité pastorale. Nous nous y sommes attelés dans le Sahel sénégalais (Ferlo).

Les statistiques disponibles au niveau sectoriel restent très faibles et des méthodologies de collecte appropriées sont presque inexistantes. L'élevage extensif du Ferlo n'y échappe pas. Les dynamiques notées dans le sous-secteur du pastoralisme nécessite une attention et analyse beaucoup plus fine ; cela passe nécessaire par la disposition de données primaires fiables. Cependant une contrainte est la mobilité des populations humaines et animales, les échanges économiques informels, l'utilisation de ressources naturelles communes et l'étendue de la zone d'activité qui est de 67610 km², soit près d'un tiers du territoire national [Touré *et al*, 2003].

Dès lors, se pose la question de la construction d'échantillons représentatifs pour parvenir à des études économiques approfondies dans cette principale zone de production animale du Sénégal.

Cette contribution vise à formaliser une méthode statistique de collecte de données rigoureusement adaptée au contexte du Ferlo. Elle cherche aussi à combler partiellement la déficience en données primaires du pastoralisme en zones sèches sénégalaises.

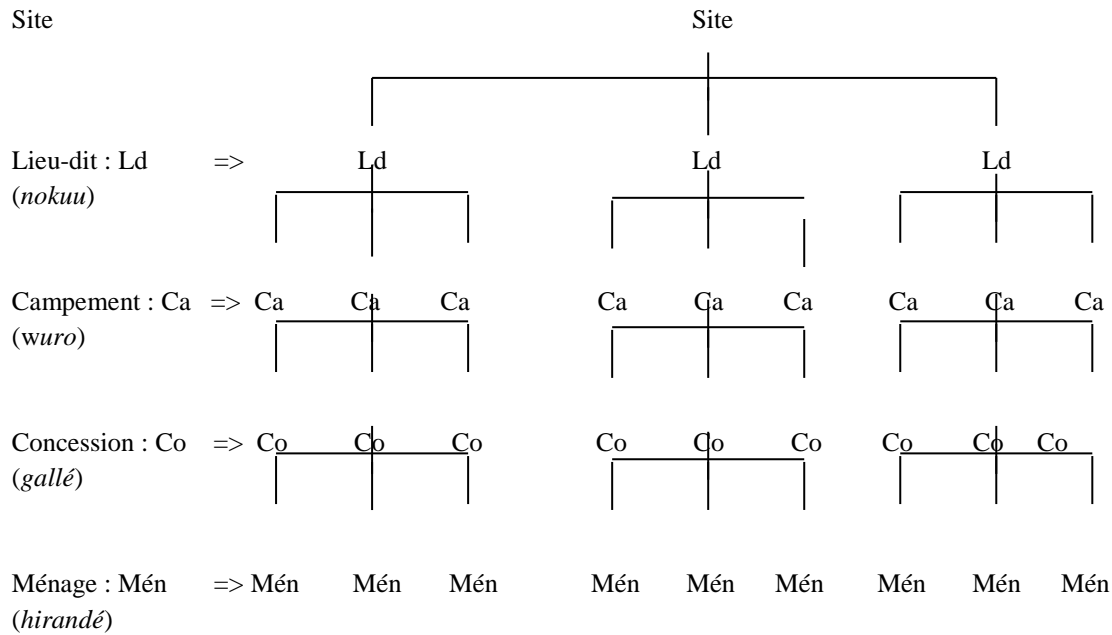
L'intérêt de ce travail est multiple. Il s'inscrit dans une démarche spatialisée de collecte d'informations qualitatives et quantitatives pour illustrer et valider l'analyse de la dynamique économique pastorale. Il aborde l'interdisciplinarité en associant des compétences en économie, en socio économie, en pastoralisme et en géographie.

Ce papier est organisé en trois points. Le premier donne un aperçu de la démarche adoptée et définit quelques concepts de compréhension de l'organisation pastorale. Le deuxième point décrit les deux premiers niveaux d'échantillonnage portant sur le tirage des sites d'étude et les campements à enquêter. Le troisième point présente et discute les principaux résultats obtenus.

I- Les unités d'enquête

L'espace pastoral du Ferlo a une constitution assez particulière. De façon schématique, il s'agit d'abord, des lieux-dits qui constituent les lieux de présence physique et d'activité des ménages pastoraux. Ils permettent d'identifier les campements, larges unités de résidence. Puis des concessions qui sont des unités socioéconomiques au sein desquelles des individus (liés par le sang ou non) mettent partiellement ou totalement en commun leurs ressources pour aboutir au bien-être collectif. Et enfin, des foyers ou ménages qui sont composés d'unités relationnelles atomiques constituées d'individus liés par le sang ou le mariage. L'unité spatiale visible est le campement et les enquêtes seront faites à ce niveau.

Figure 1 : Schéma d'organisation de l'habitat peul au Ferlo



Source : à partir de Diaa A. (2001), en italiques : le nom en peul au singulier

II- Méthodologie d'échantillonnage

Une méthode d'échantillonnage à deux degrés a été utilisée. Le premier niveau constitue le choix des sites potentiels d'enquêtes. Ces sites potentiels se trouvent dans les sites focaux qui sont au nombre de cinq. Les sites focaux sont préalablement définis et constituent des strates. Le tirage des sites dans chaque site focal est réalisé à partir des méthodes d'analyse de données (analyse des correspondances multiples et classification). Le choix des cinq sites focaux est basé sur la connaissance de la zone en fonction des réalités agro-écologiques et des marchés potentiels (voir la partie justification du choix des sites focaux).

Le tirage des campements est le second degré. Le nombre de campements tirés dans un site est proportionnel à la taille du site. Les campements sont tirés proportionnellement à la catégorie d'éleveur.

II-1- Justification et processus de choix des cinq sites focaux

Pour rendre compte de la complexité du système pastoral du Ferlo, l'équipe du Pôle Pastoral en Zones Sèches (PPZS)² avait identifié trois principaux sites (Thiel, Tatki et Rewane) représentatifs de la diversité écologique de cette région. Ces trois forages sont donc choisis comme sites focaux.

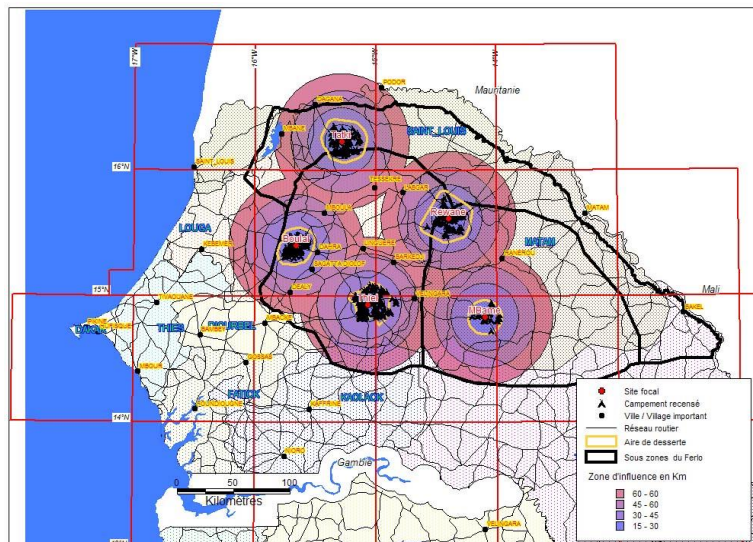
Pour l'analyse des dynamiques économiques, il est apparu indispensable d'intégrer l'influence du plus gros marché de regroupement de bétail de cette zone : Dahra. Cette localité est le

² Le Pôle pastoral zones sèches est une unité de recherche en partenariat réunissant le CIRAD et quatre institutions de recherche et d'enseignement du Sénégal (ISRA, UCAD, ENEA, CSE). Ses travaux concernent, d'une part, la dynamique des systèmes pastoraux et leurs seuils de vulnérabilité, d'autre part, les interactions entre systèmes sociaux et biologiques. Ils ont aussi traité à l'analyse des niveaux d'organisation des sociétés pastorales et à la mise au point d'outils d'aide à la décision pour le renforcement des compétences des communautés de base. Ils devront donc permettre de valoriser les modes traditionnels de gestion des ressources, de renforcer l'accès au foncier pour des productions d'élevage et d'accroître la contribution des systèmes pastoraux aux économies nationales. (www.cirad.fr)

principal lieu de convergence commerciale du Ferlo. En urbanisation croissante, Dahra concentre de nombreuses activités économiques fortement imbriquées les unes aux autres de sorte qu'il est difficile d'en extraire la seule activité pastorale. Une façon de contourner cet écueil consiste à choisir le site de Boulal qui se trouve à une vingtaine de kilomètres de Dahra. Boulal est une localité essentiellement pastorale et suffisamment proche pour bénéficier ou subir des effets de proximité et d'entraînement de cet important et dynamique marché de bétail.

La sous-représentation de la partie Sud-Est du Ferlo, importante zone de réserve de faune et de transhumance des pasteurs, nous incite à choisir comme cinquième site focal, la localité de Mbame. L'intérêt de ce choix réside également dans l'analyse des dynamiques pastorales autonomes de toute empreinte visible de politique publique (marché hebdomadaire, case de santé, école, routes goudronnées ou latéritiques, forage). En l'absence de forage, élément structurant de l'organisation pastorale, nous traçons, autour du site de Mbame, un cercle d'un rayon uniforme de 15 km de rayon qui représente la zone d'influence moyenne des points d'eau permanents. (**Figure 2**)

Figure 2 : schéma général d'échantillonnage



II-2- Premier niveau d'échantillonnage : le choix des sites potentiels d'enquêtes

Le choix des sites d'étude potentiels est fondé sur des critères utilisés dans la base de données élaborée par le Centre de Suivi Ecologique (CSE) et le Ministère des Finances sénégalais. Cette base fournit un système d'informations produisant une cartographie des indicateurs de pauvreté au Sénégal. Son utilité réside dans le regroupement homogène des villages du Ferlo, classés en fonction de la présence ou l'absence d'un certain nombre d'infrastructures de base. Il s'agit de la *présence ou non, au sein ou par rapport à une localité, d'une école primaire à moins de 3 km, d'une boutique, d'un poste de santé à moins de 5 km, d'une route bitumée à moins de 5 km, d'une route latéritique à moins de 5 km, et la tenue ou non d'un marché hebdomadaire à moins de 5 km.*

II-2-1- Analyse de données comme outils pour choisir les sites potentiels

Cette ACM est justifiée par le fait que les villages ainsi que les campements dans les sites choisis sont très dispersés et qu'il est très compliqué d'enquêter dans tous les villages. Ainsi

choisir quelques villages ayant les mêmes caractéristiques permet de limiter le champ ainsi que le coût des enquêtes.

L'analyse des correspondances multiples (ACM)

L'ACM est utilisée dans l'analyse d'un tableau d'individus statistiques décrits par des variables qualitatives. Elle est utilisée pour analyser la typologie des individus et des variables et relier ces deux typologies. Elle permet à cet effet de voir les individus qui se ressemblent et ceux qui sont différents, d'identifier des groupes homogènes d'individus. Et ces préoccupations sont les mêmes pour les variables et modalités.

Dans notre étude, l'ACM permet d'identifier les sites qui se ressemblent suivant les caractéristiques de forage, d'administration publique comme les écoles, les postes de santé etc. En effet, nous disposons d'un tableau disjonctif pour les sites potentiels d'enquêtes et les informations relatives aux structures sur place.

De ce fait, cette analyse permettra d'avoir un aperçu sur les sites qui se ressemblent (ou encore homogènes) suivant les caractéristiques citées dans le tableau ci-après.

Tableau 1: zone Tatki - Tableau disjonctif complet

TATKI	Ecole primaire		Boutique		...		Route Latéritique	
	Oui	Non	Oui	Non	...	...	Oui	Non
Tatki	0	1	1	0	...	...	0	1
Niassanté	0	1	0	1	...	...	0	1
Bisnabé Boki Divé	0	1	0	1	...	...	0	1
Diaglè	1	0	1	0	...	...	1	0
Diamathié (PF)	1	0	1	0	...	...	0	1
Figo (PF)	1	0	1	0	...	...	0	1
Mbiddi	1	0	1	0	...	...	0	1
Ndieurba (PF)	1	0	1	0	...	...	0	1
Nguelefoul	1	0	1	0	...	...	0	1
Tawa Peulh (PF)	1	0	1	0	...	...	0	1
Thiewle (PF)	1	0	1	0	...	...	0	1
Bélélé Kellé (PF)	1	0	0	1	...	...	0	1
Décollé Taredji (PF)	1	0	1	0	...	...	0	1
Diamaguène	1	0	0	1	...	...	0	1
Guia (PF)	1	0	1	0	...	...	1	0
Mbane (PF)	1	0	0	1	...	...	1	0
Nenette (F)	1	0	1	0	...	...	0	1
Nguendar (PF)	1	0	1	0	...	...	0	1
Bokinedo	1	0	1	0	...	...	1	0

Source : auteurs

La classification

La classification est une méthode qui permet d'affiner la formation des groupes homogènes. Elle a pour principal objectif de rassembler les individus ou variables qui se ressemblent et/ou de séparer ceux qui diffèrent. En d'autres termes, il s'agit de former des classes homogènes les plus éloignées les unes des autres. C'est donc une méthode complémentaire aux méthodes d'analyses factorielles.

Dans ce papier, la classification est utilisée pour choisir les sites où les enquêtes seront menées (sites potentiels d'enquêtes) à travers l'utilisation des parangons les plus proches pour

chaque site focal. Le travail consiste à former des classes homogènes pour chaque site focal et de prendre pour chaque classe, les parangons les plus proches i.e. les sites les plus proches du centre de gravité de la classe. Ce site résumant l'ensemble des informations du site focal. Cela permet d'avoir des sites d'enquêtes statistiquement représentatifs de chaque site focal. L'utilisation de cette méthodologie est justifiée du fait que nous ne disposons pas de beaucoup d'informations dans ces zones pour échantillonner avec les méthodes standard.

II-3- Second niveau d'échantillonnage : choix des unités d'enquêtes

Le choix des cinq sites focaux est suivi d'un géoréférencement des campements se trouvant dans leur zone d'influence. Cette opération a d'abord consisté à exploiter les listes d'abreuvement tenues par les comités de gestion des forages. Des déplacements ont été effectués vers les campements de la zone d'influence du forage et les coordonnées GPS de chacun d'entre eux ont été enregistrées.

II-3-1- Recensement exhaustif des campements des sites focaux

Le recensement des campements a aussi été l'occasion de collecter quelques informations préliminaires.

- nom du chef de campement, un des répondants de notre questionnaire ;
- nombre de ménages (les chefs de ménage font partie aussi des répondants) ;
- la composition ethnique et la fraction des membres du campement ;
- la composition du troupeau en espèces (bovins, petits ruminants ou mixte) ;
- les coordonnées GPS pour la localisation des campements (rendre ainsi autonomes les futurs enquêteurs sur le terrain) ;
- le mode de transhumance pour savoir si tous les membres de la concession ou seulement quelques-uns d'entre eux se déplacent avec le troupeau. Cette information permet d'anticiper la présence ou non des personnes ciblées par les enquêtes de terrain ;
- la catégorie d'éleveurs pour obtenir une première approximation de la taille du cheptel dans chaque campement géoréférencé. A partir de critères discutés et validés avec un panel de pasteurs du Ferlo, l'idée consiste à voir si le campement est perçu comme un campement de « *très gros éleveurs* » (plus de 100 têtes de bovins et/ou plus de 500 petits ruminants), de « *gros éleveurs* » (de 30 à 100 têtes de bovins et/ou de 100 à 500 petits ruminants), « *d'éleveurs moyens* » (de 5 à 29 bovins et/ou de 30 à 99 petits ruminants) ou de « *petits éleveurs* » (moins de 5 bovins et moins de 30 petits ruminants) ;

Au total, 740 campements ont pu être enregistrés dans les cinq sites focaux. Le site de Boulal et Thiel disposent des plus fortes densités de campements (respectivement 36% et 22%) alors que pour Rewane, Tatki et notamment Mbame, les habitations sont plus dispersées (respectivement 16, 14 et 11%). (**Tableau 2**)

Tableau 2 : recensement des campements et répartition en fonction des catégories d'éleveurs

Sites Focaux	Répartition campements	% total des campements	Catégorie d'éleveurs			
			Très gros	Gros	Moyens	Petits
Mbame	83	11%	14	56	13	0
Boulal	268	36%	26	122	67	53
Rewane	121	16%	19	59	29	14
Tatki	105	14%	10	58	25	12
Thiel	163	22%	16	85	32	30
Total	740	100%				

II-3-2 Processus de détermination de la taille de l'échantillon

La taille de l'échantillon devrait être obtenue en utilisant la formule suivante :

$$n = \frac{(Z_{\alpha/2})^2 p(1-p)}{E^2} \quad (1).$$

A la formule (1), on ajoute un facteur de correction suivant relative aux populations de petites tailles. Ce facteur est déterminé par $\sqrt{\frac{N-n}{N-1}}$ avec N représentant la taille de la population et n , la taille de l'échantillon. En intégrant algébriquement ce facteur de correction, l'équation

$$(1) \text{ devient } n = \frac{(Z_{\alpha/2})^2 p(1-p)N}{(Z_{\alpha/2})^2 p(1-p) + (N-1)E^2} \quad (2) \quad [\text{Anderson et al, 2005}]$$

Dans notre cas, au seuil de confiance de 97%, une marge d'erreur de 3%, une proportion de 0,50 et une population $N=740$ campements, la taille de l'échantillon d'enquête est de $N=438$ campements.

Pour la suite, cet échantillon statistiquement représentatif subit plusieurs pondérations au sein de chacun des sites focaux. La première pondération est effectuée en fonction des densités spatiales de campements dans chacun des sites focaux. (**Tableau 3**)

Tableau 3 : mode de répartition de l'échantillon d'enquête entre les sites focaux

Sites focaux	Répartition initiale des campements	En proportion	Taille échantillon théorique Marge d'erreur 3% - IC 95% - proportion 50%
Mbame	83	11%	49
Boulal	268	36%	158
Rewane	121	16%	71
Tatki	105	14%	62
Thiel	163	22%	96
Total	740	100%	438

La deuxième pondération prend en compte la perception de l'importance du cheptel des différents campements et ainsi, respecter la distribution des campements de « Très gros », « Gros », « Moyens » et « Petits » éleveurs dans les sites focaux. (**tableau 4**)

Tableau 4: zone Tatki - répartition de l'échantillon en fonction des densités de campements et de la catégorie d'éleveur

Catégories	Campements à Tatki	Pondération	Population pondérée	Echantillon	Echantillon pondéré	Echantillon de sécurité
Très gros	105	10%	10	62	6	8
Gros		55%	58		34	45
Moyens		24%	25		15	19
Petits		11%	12		7	9

La troisième pondération est due à la possibilité d'occurrence de non-réponses aux questionnaires d'enquêtes pour diverses raisons (absence des enquêtés ciblés et refus de répondre³). Cela incite à prévoir des campements d'enquête de substitution afin de respecter

³ Le refus de répondre peut être lié aux caractéristiques mêmes du questionnaire portant sur la divulgation d'informations portant sur le patrimoine des ménages. Il peut aussi provenir d'une forme d'approbation formelle assez fréquente au Ferlo (il s'agit pour l'enquêté de se mettre en empathie avec l'enquêteur en ne lui fournissant

au mieux la taille optimale de l'échantillon représentatif. Cette probabilité de survenance de non-réponse est couverte par l'ajout de 30% de campements supplémentaires à l'échantillon adéquat pour constituer un échantillon de sécurité.

III- RESULTAT ET DISCUSSIONS : VILLAGES A ENQUETER

Tirer un échantillon de plusieurs individus dans une strate homogène n'est pas trop optimale. De ce fait, choisir un individu statistique représentant parfaitement le groupe et l'enquêter permettrait de gagner en temps et d'optimiser les coûts liés à l'enquête. Ainsi, la classification faite sur les villages dans chaque site permet d'enquêter les villages qui constituent les parangons les plus proches dans chaque classe.

III-1- Résultats de classification ascendante hiérarchique sur le site de Tatki

La classification ascendante hiérarchique a révélé la possibilité de classer les villages suivant 3 ou 4 groupes.

Tableau 5: les partitions et les classes

Partition N°1			Partition N°3	
Classes	Effectifs		Classes	Effectifs
1	11		1	8
2	3		2	3
3	1		3	3
			4	1

Cependant, l'inertie inter classe est de 0,903 pour la partition en 4 classes et de 0,623 pour celle en 3 classes. Ainsi, la partition en 4 classes serait la plus optimale dans la mesure où elle constitue des classes plus ou moins homogènes. De ce fait la partition en 4 classes est choisie. Cette partition est caractérisée par des classes de 8, 3, 3 et 1 villages.

Le parangon le plus proche dans chaque classe est donné ci-dessous :

Classe 1 : Bisnabé Demba Ciré

Classe 2 : Fete Dondou Seno

Classe 3 : Diam Diayré

Classe 4 : Tatki

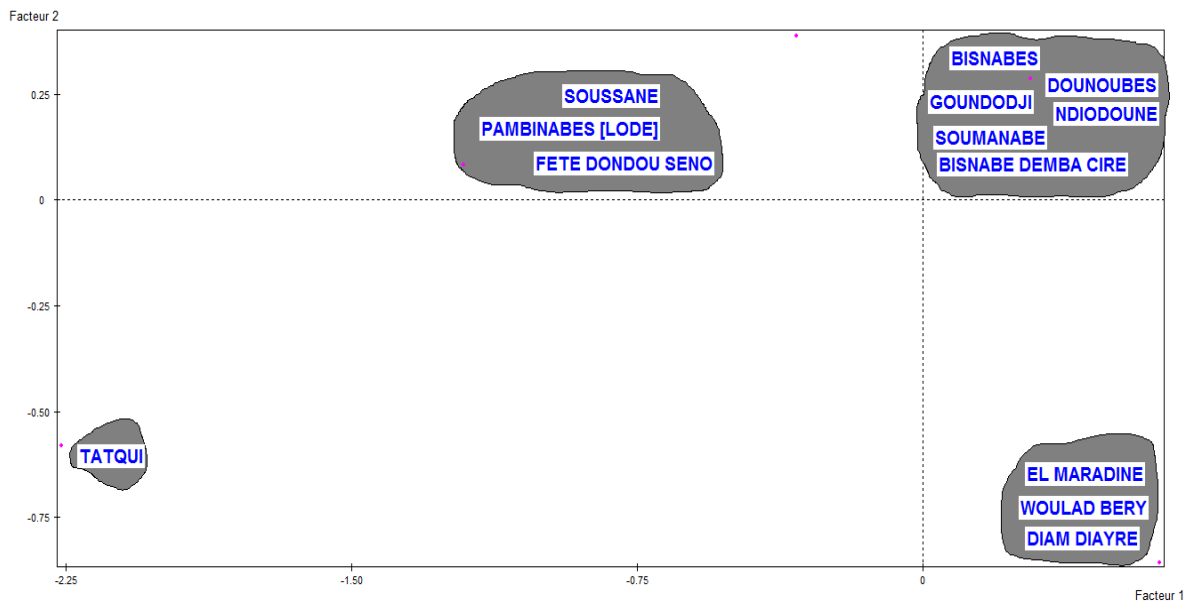
L'enquête sur le site de Tatki pourrait être fait dans ces quatre villages. Néanmoins, une classification mixte est effectuée pour rendre pour solide et homogène les classes. Les parangons sont utilisés pour former les individus initiaux dans la classification non hiérarchique.

III-2- Résultat de la classification mixte sur le site de Tatki

La classification mixte a ressortie des classes plus homogènes. En effet l'inertie inter classes est passée de 0,903 à 0,91. Les classes sont toujours constituées de 8, 3, 3, et 1 villages. Les

que des réponses qu'il croit satisfaire les attentes de l'administrateur de l'enquête et non les réponses reflétant la réalité) etc.

parangons les plus proches sont toujours Bisnabé Demba Ciré, Fete Dondou Seno, Diam Diayré et Tatki.



Description des classes :

- Classe 1 :** les villages constituant cette classe n’ont aucune infrastructure publique. En effet, il n’y a pas d’école publique, de routes, de points de commerce, de postes de santé et ni de point d’eau (forages).
- Classe 2 :** Les villages sont caractérisés par la présence de points d’eau et d’un point de commerce. Cependant, il n’y a ni école publique, ni poste de santé et ni de route
- Classe 3 :** elle est constituée par des villages n’ayant que des écoles publiques. Les postes de santé, les routes, les points de commerce ainsi que les points d’eau ne sont pas retrouvés dans ces villages.
- Classe 4 :** Le village constituant cette classe a à son sein un poste de santé, une routé, un point de commerce et un point d’eau. Cependant, il est dépourvu d’école publique.

III-3- Les villages à enquêter par site

Le même procédé pour le choix des villages à enquêter dans le site de Boulal est utilisé pour le tirage des villages à enquêter pour les sites de Tatki, Mbame, Thieul et Rewane. Le tableau suivant donne les villages à enquêter dans chaque site:

Tableau 6: village à enquêter par site

	Boulal	Rewane	Tatki	Thieul	Mbame
Nombre de villages à enquêter	5	4	4	3	2
Villages à enquêter	Thianor II, Thièyène Mouride, Ndiossy Ouolof, Boulal Ouolof, Belel Bocky	Lounguène Mbaba, Lougré Thiloy Fafabé I, Galler I	Bisnabe Demba Ciré, Fete dondou Seno, Diam Diayré, Tatqui	Thieul Sérère, Darou Nahim, Dimeska Thieul	Mbame, Village Djolloff

Conclusion

La production de résultats et de papiers de recherche de très haut niveau doit s'appuyer sur des données primaires fiables avec des méthodes de collecte appropriées et adaptées. Plus précisément, en milieu pastoral, secteur avec une déficience de données et de statistiques, il est apparu primordial de s'orienter vers la mise en place d'une méthodologie de collecte pour contribuer au dispositif statistique déjà présent. Cette contribution s'est inscrite dans une logique de proposition de protocole de collecte de données complémentaire et ciblée sur l'activité pastorale en zones sèches sénégalaises en vue de mener des enquêtes de type économique. Préalablement à toute procédure de détermination statistique d'un échantillon représentatif, la complexité de l'activité pastorale au Ferlo requiert de bien appréhender le fonctionnement du système pour identifier les principaux répondants aux questionnaires. L'utilité d'une approche pluridisciplinaire est illustrée par le recours aux outils de la socio économie pour comprendre les déterminants de l'activité pastorale ; d'analyse des données et des statistiques pour identifier les liens entre les modalités choisies et déterminer la taille de l'échantillon ; et de la géographie pour cartographier les campements et autonomiser l'accès aux populations échantillonnées. L'élaboration d'une technique d'échantillonnage mixte alliant deux types de raisonnement. Un fondé sur des critères de coûts financiers, d'accessibilité aux populations et de disponibilité d'acquis scientifiques, a permis de repérer des sites focaux et des sites d'étude potentiels. Un autre raisonnement intègre les rigueurs de l'analyse statistique.

Bibliographie

ANDERSON D.R., SWEENEY D.J., WILLIAMS T.A., *Statistics for business and economics* (9th edition). Mason, OH: South-Western College Publishing, ISBN 0-324-20082-X, 2005

DIAO A., Dynamiques socio-économiques du pastoralisme dans le Ferlo, Mémoire de fin d'étude, ingénieur ENEA / Pôle pastoral zones sèches, Dakar, 2001, 74 p. + annexes

ESCOFIER B., PAGES J., *Analyses factorielles simples et multiples. Objectifs méthodes et interpretation*, Dunod: Paris, 1998, 294 p.

HATFIELD R, DAVIES J., *Global Review of the Economics of Pastoralism*, Report Prepared for the WISP (World Initiative for Sustainable Pastoralism) with contributions from Wane A, Kerven C, Dutilly-Diane C, Biber JP, Merega JL, Odhiambo MO, Behnke R, Gura S. IUCN: Nairobi, 2006, 47 p.

RAND CORPORATION, *A Million Random Digits with 100,000 Normal Deviates* http://www.rand.org/pubs/monograph_reports/MR1418/

TOURÉ I., A.T. DIOP, A. DIOUF, Dynamic analysis of landscapes and landcovers for the knowledge and evolution of the pastoral ecosystems in the Ferlo-Senegal, in *Proceeding of the VII International Rangelands Congress*, Editions N. Allsopp ISBN number 0-958-45348-9, 2003, p. 134-136