

Cybergeo : European Journal of Geography

Systemes, Modélisation, Géostatistiques

Grégoire LECLERC et Oumar SY

Des indicateurs spatialisés des transhumances pastorales au Ferlo

Spatial indicators for Ferlo's pastoral transhumance

[@article] 532

RÉSUMÉ/ABSTRACT

Les transhumances sahéliennes ont été décrites et cartographiées sous de nombreux angles, car elles constituent un pilier essentiel de sécurisation des systèmes d'élevage pastoraux. Les décideurs politiques et administratifs y trouvent pourtant peu d'indicateurs quantifiables qui puissent les orienter dans leurs décisions. A travers une étude de cas des éleveurs du Ferlo au Sénégal, nous proposons des indicateurs inédits pour caractériser les territoires de la mobilité tels que définis par les itinéraires des grandes transhumances. Deux indicateurs construits sur la base des itinéraires empruntés par les troupeaux rendent compte de l'intensité de la transhumance et de sa distribution sur le territoire ($\text{transhumants.jours.km}^{-2}$), pendant le trajet et en zone d'accueil. Le croisement de ces indicateurs avec des données pluviométriques montre que la transhumance au Ferlo est plus structurelle qu'opportuniste ; cependant l'intensité de la transhumance est en partie corrélée avec la pluie totale annuelle sur le Ferlo. A travers les tableaux d'échange représentant les flux entre des zones de départ ("terroirs d'attache") et des zones d'arrivée ("terroirs d'accueil") nous construisons deux autres indicateurs agrégés à l'échelle de régions intéressant les décideurs : l'indice d'émissivité représente le pourcentage de transhumants émanant d'une zone donnée, l'indice d'attractivité le pourcentage de transhumants ayant leur destination dans une zone donnée. Un indicateur complémentaire porte sur la connectivité de ces régions via la transhumance ; cet indicateur concerne des zones au sein desquelles une coordination des politiques pastorales serait souhaitable. Tous ces indicateurs construits sur la mobilité des pasteurs permettent d'appréhender certaines dimensions des interactions locales (comme l'accès aux ressources et les opportunités d'échanges) et régionales (offre et demande territoriale).

Transhumance in the Sahel have been described and mapped extensively because they represent an essential pillar for securing pastoral systems. However, very few quantifiable indicators exist to guide decision makers and policy makers for taking transhumance into account. Through a case study in the Senegalese Ferlo we propose novel indicators (spatial and not) to analyse and monitor pastoral territories as defined by the long transhumance of Ferlo's pastoralists. We propose two indicators, computed from recorded itineraries followed by pastoralists and herds, which show the intensity of transhumance in space and time ($\text{transhumant.day.km}^{-2}$), during the journey and at destination. Crossing these indicators with rainfall data indicate that transhumance is more structural and strategic than opportunistic, while somehow climate-dependant with partial correlation with total yearly rainfall. Through origin-destination matrices that summarize fluxes between departure areas ("home zones") and destination zones ("foster zones"), we build two other indicators that are aggregated at administrative levels, i.e. the emissivity index which shows the fraction of herders that initiate transhumance from a given residency zone, and the attractivity index which shows the fraction of herders that end-up in a given foster zone. A complementary indicator shows the connectedness of these zones through transhumance, and therefore is useful for highlighting the set of zones where coordination of pastoral policies would be desirable. All these indicators based on pastoral mobility also help grasping dimensions of local interactions (such as access to resources and opportunities for trade) and regional interactions (territorial supply and demand).

PLAN

Introduction

Problématique

Zone d'étude

Matériels et méthodes

Echantillon

Itinéraires de transhumance et intensité de présence

Les tableaux de flux et les indicateurs statiques d'offre et de demande territoriale

Résultats

Représenter les zones d'endodromie
Délimiter des territoires "administratifs" de la transhumance
Discussion
Conclusion et perspectives

TEXTE INTÉGRAL

PDF

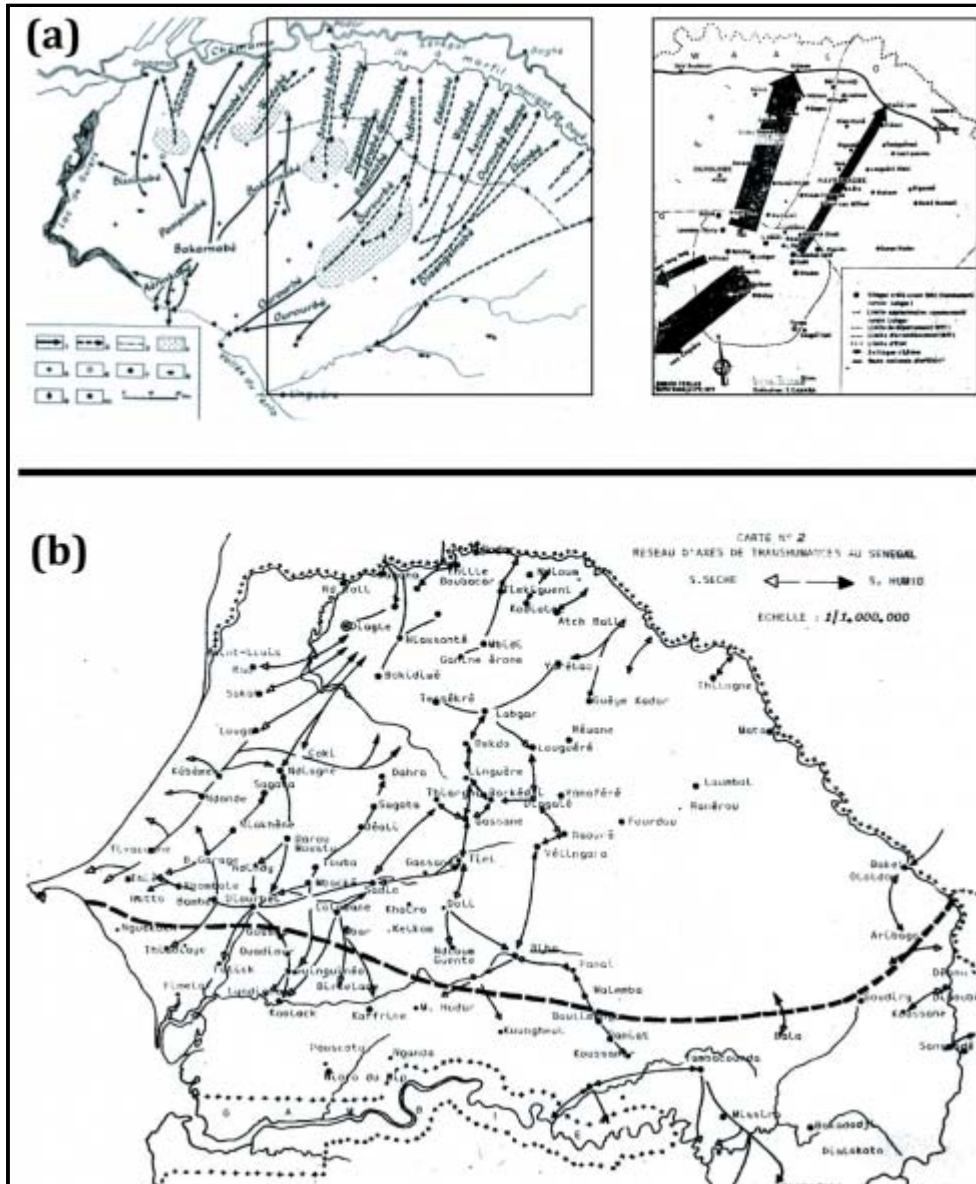
Introduction

- 1 Les chiffres sur l'importance du pastoralisme à l'échelle globale, bien que difficiles à vérifier, sont éloquentes. D'après Groombridge (1992), les savanes occupent près du quart des terres de la planète, dans des zones pour la plupart impropres à l'agriculture. Selon les évaluations de Blench (2006) il y aurait environ 20 millions de ménages pastoraux sur la planète ; en Afrique sub-saharienne environ 20 millions d'individus dépendraient d'un système pastoral, et 240 millions d'un système agropastoral.
- 2 Au cours des millénaires les pasteurs ont développé des stratégies de sécurisation adaptées aux conditions climatiques difficiles des milieux semi-arides et à la dispersion des ressources pastorales (Dupire, 1957 ; Gomez, 1979 ; Barral, 1982 ; Behnke et Scoones, 1993 ; Niamir-Fuller, 1999 ; Ancey *et al*, 2009). L'une d'elles est une constante des systèmes pastoraux en raison de son importance : il s'agit de la mobilité des pasteurs et des troupeaux. Elle prend trois formes principales : 1) la transhumance, ou mobilité saisonnière régulière entre un terroir « d'attache » (en saison des pluies) et des terroirs « d'accueil » en saison sèche, sur des distances qui peuvent aller de quelques dizaines à plusieurs centaines de kilomètres ; 2) le nomadisme, caractérisé par une mobilité sans point d'attache de l'ensemble du ménage ; 3) la migration, qui implique le changement de terroir d'attache de l'ensemble du ménage, cette dernière pouvant comprendre des mouvements de "test" de courte durée (Bassett et Turner, 2007).
- 3 Des études récentes ont démontré un lien causal entre le changement climatique et les migrations avec les mutations correspondantes des sociétés pastorales, et ce depuis des millénaires (Kuper and Kröpelin, 2006). Depuis quelques temps, la pratique de la mobilité se complexifie, en raison de l'avancée de fronts agricoles et de la diversification des activités rurales, liées à une dépendance croissante des producteurs au marché. De plus, des projets dits "structurants" (forages, aménagements hydro-agricoles, Grande Muraille Verte, etc.) pour l'espace et l'occupation des sols ajoutent aux contraintes de la mobilité. La méconnaissance des mécanismes de la mobilité de la part des décideurs administratifs et peut-être aussi certains préjugés de la part des agents de développement n'y sont sans doute pas étrangers. Les types de mobilité pastorale sont donc très diversifiés, car ils sont modulés par des facteurs liés aux ressources naturelles, à la topographie, à la santé du bétail, et à des choix sociaux ou stratégiques (Bassett et Turner, 2007). Mais la mobilité pastorale persiste et il est plus que jamais nécessaire de maintenir, à divers niveaux d'intervention, la capacité de la comprendre dans ses évolutions (Swift, 2006).
- 4 Le travail présenté dans cet article découle d'une réflexion méthodologique conduite lors de la conception d'un système d'information sur le pastoralisme au Sahel (SIPSA) destiné à doter les pays du Sahel d'indicateurs pertinents pour la prise de décisions concernant le pastoralisme (Ickowicz *et al*, 2005 ; Touré *et al*, 2009). Une revue de littérature a montré d'importantes lacunes en termes d'indicateurs de transhumance, que nous nous proposons de combler partiellement. Notre objectif est d'obtenir des représentations alternatives de la transhumance qui soient reproductibles et qui permettent des analyses quantitatives : analyses de corrélations et de changements, indicateurs mixtes, etc... Nous proposons deux méthodes pour transformer des données brutes sur la mobilité en indicateurs spatialisés, et les appliquons au cas de l'élevage extensif du Ferlo. Nous montrons comment transformer les itinéraires de transhumance en une intensité de présence sur le territoire, et comment calculer des indices agrégés montrant la complémentarité de zones données de départ et d'accueil (divisions administratives, écogéographiques, etc...).

Problématique

- 5 Les premiers travaux de recherche sur la transhumance en Afrique datent du début du siècle (Donet, *circa* 1900, cité par Gaudio, 1993). La transhumance au Ferlo est étudiée depuis plus de 50 ans, notamment avec la mise en place des forages par l'administration coloniale (Grenier, 1957 ; Dupire, 1957). Les cartes alors produites (Figure 1), montrent d'anciens réseaux de mobilité que l'implantation de forages profonds selon un maillage régulier, de même que les aménagements hydrauliques et agricoles du fleuve Sénégal et de la Basse vallée du Ferlo, ont profondément modifiés. On constate cependant que l'immense majorité de ces études sont descriptives et qualitatives et difficilement comparables ou réfutables.
- 6 Les aspects quantitatifs de la transhumance, de même que leur représentation spatiale, semblent donc avoir posé quelques problèmes aux chercheurs qui s'y sont intéressés. Sur les cartes, les axes et mouvements de transhumances sont indiqués par des flèches représentant des itinéraires ou des flux (Grenier, 1957 ; Gomez, 1979 ; Bassett, 1986 ; Wiese *et al*, 2004 ; Convers *et al*, 2007 ; Van Sprundel, 2008) résultat d'une synthèse qualitative manuelle (Figure 1). Ce type de représentation a des avantages certains, dont le principal est qu'il permet une communication efficace vers les chercheurs et les décideurs. Mais il est aussi peu reproductible, de faible traçabilité et peut être biaisé. Par exemple la carte peut donner l'impression que les transhumances suivent des pistes bien tracées (on parle souvent de « couloirs de transhumance »), alors que dans les faits les couloirs, quand ils existent, occupent une fraction infinitésimale de l'espace pastoral. De plus, ce type de représentation ne permet pas d'utiliser directement l'information sur la mobilité dans des calculs d'indicateurs.
- 7 Pourtant, des représentations alternatives ont été développées pour analyser les mobilités individuelles, notamment en zone urbaine ou périurbaine. Hägerstrand (1970) propose des méthodes pour une géographie de « l'espace-temps » basée sur la représentation des positions occupées successivement par un individu au cours d'une journée. Les mobilités individuelles semblent chaotiques et restent difficiles à saisir, mais si l'on observe à des échelles géographiques suffisamment vastes et sur des durées suffisamment longues, elles se traduisent par des flux pouvant présenter de remarquables régularités **2**. Les mouvements peuvent être convertis en flux spatialisés en comptant le nombre de personnes traversant des mailles de l'espace (pixel, circonscription administrative, etc.), ce qui ouvre des possibilités pour la modélisation. Par exemple Green *et al* (2006) ont utilisé un indicateur de mobilité du bétail (le nombre de fois qu'un animal a traversé une unité de surface donnée dans une année pour se rendre à un marché), pour évaluer la probabilité de transmission de la fièvre aphteuse en Angleterre. Les indicateurs de densité par noyaux (Silverman, 1996) sont communs dans les études de population, les études épidémiologiques, ou les études de mouvement d'animaux (par exemple pour déterminer les aires de distribution, ou pour évaluer la densité d'infrastructures). Le principal intérêt de ces estimations est, outre leur robustesse (Worton, 1987, 1989) et la synthèse visuelle qu'elles proposent, la possibilité de comparer directement des variables discrètes ou de les combiner avec d'autres indicateurs pour créer des indicateurs mixtes ou évaluer des corrélations.

Figure 1 : a) Déplacements de saison sèche des Peuls dans le Ferlo septentrional avant les forages. b) itinéraires de transhumance au Sénégal en 1975, après l'implantation des premiers forages et juste avant la mise en place d'aménagements hydro-agricoles dans la zone de Podor.



Sources : Grenier, 1957 ; Gomez, 1979.

Zone d'étude

- 8 La partie du Ferlo étudiée correspond à la zone sylvopastorale du Sénégal (Figure 2), située dans le domaine sahélien. Elle couvre environ 70 000 km², soit un peu plus du tiers du territoire Sénégalais. Le principal mode de vie dans cette région est pastoral, caractérisé par l'accès partagé à l'espace et aux ressources fourragères, ligneuses et hydriques qu'elle porte. L'espace parcouru et habité par les pasteurs s'étend cependant bien au-delà du Ferlo, couvrant presque toute la partie du Sénégal située au nord de la Gambie. Les pasteurs parlent du Ferlo proprement dit (petite région qui se situe vers le sud-est de la zone sylvopastorale) mais aussi du Jolof, du Saloum et du Niani, du Cayor et du Bawol, du Waalo et du Fuuta, espaces traditionnels où ils retrouvent des conditions propres à maintenir la productivité du cheptel.
- 9 Ces pasteurs ont de tout temps appuyé leur stratégie de sécurisation sur la mobilité, permettant des associations variables d'espaces avec des régimes pluviométriques et compositions végétales complémentaires (Barral, 1982). En plus de la mobilité en tant que telle, la souplesse dans le choix des parcours serait déterminante pour la viabilité des systèmes pastoraux (Wane et al, 2006). Dès la fin de la saison des pluies, le Ferlo central **3** devient une zone de départ de transhumants vers d'autres espaces, cela malgré les infrastructures pastorales existantes (forages, organisation des unités

pastorales et des unités de collecte de lait). Il est aussi une zone de passage pour les transhumants venus d'autres zones comme le Fuuta et le Waalo. En saison des pluies, il accueille aussi des troupeaux d'éleveurs sères, des agropasteurs venus du sud-est du Ferlo (Sud Vélingara) qui s'éloignent de leurs terres de cultures en zones plus méridionales.

- 10 Si l'on exclut les transhumances transfrontalières en provenance du Mali et de la Mauritanie, quatre grands flux pastoraux ont été observés, chacun obéissant à des logiques particulières : les bergers d'ovins du nord (ou *waalankoobe*), ceux de la moyenne vallée (ou *fuutankoobe*), les pasteurs du bassin arachidier, et les Maures de Dahra. Les mouvements qui émanent des zones du nord concernent dans un premier temps les ovins et dans un second temps les bovins ; alors que le second mouvement, de moindre amplitude, mobilise un troupeau composite de bovins, d'ovins et accessoirement de caprins (Sy, 2003).
- 11 Le programme d'hydraulique pastorale du Ferlo, entamé en 1948 avec la mise en place de forages profonds captant la nappe maestrichtienne, se proposait de fixer les communautés peuhl et de transformer le Ferlo en un « vaste parc d'élevage », et ainsi garantir l'approvisionnement des marchés urbains (Touré, 1987). Si le recours à la transhumance persiste malgré ces objectifs de sédentarisation, le *ruumaano* 4, campement de saison des pluies de ces éleveurs, est cependant rattaché à un forage où ils bénéficient de tarifs préférentiels pour l'eau ; lorsqu'ils transhument, cependant, le prix payé pour l'eau peut être décuplé (Ancey *et al*, 2008). Vu que l'approvisionnement en eau peut être assuré toute l'année par les forages, on pourrait penser que tous les éleveurs n'auraient pas nécessairement à transhumer, si les pâturages de proximité le permettent ou s'ils trouvent des compléments au fourrage, et s'ils ont les moyens de payer l'eau du forage. Mais les troupeaux d'ovins transhument généralement dès que les mares sont tarées (Sy, 2009) et quelques fois avant, si nécessaire.

Figure 2 : Carte de localisation de la zone sylvopastorale du Sénégal (« Ferlo »).



Sont indiquées les grandes régions parcourues par les pasteurs et identifiées par eux (« Saloum », « Fuuta », « Jolof », etc.). Les lieux mentionnés dans le texte sont identifiés par des chiffres : *Localité* : 1-Keur Momar Sarr ; 2-Malème Niani ; 3-Mbeleukhe ; 4-Sare Lamou ; 5-Tatki ; 6-Téssekéré ; 7-Thieul. *Forêt Classée (FC)*, *Réserve Sylvo Pastorale (RSP)* : 8-FC Malème Niani ; 9-FC Panal ; 10-FC Paniates ; 11-RSP Ranch Doly ; 12-RSP 6 forages ; 13-RSP Dealy ; 14-RSP Khogue ; 15-RSP Linde Sud ; 16-RSP Oldou Debokol ; 17-RSP Sab-sabré ; 18-RSP Sogobe ; 19-RSP Sine Saloum. *Arrondissements* : 20-Barkedji ; 21-Mbane ; 22-Oourossogui ; 23-Thille Boubacar ; 24-Yang-Yang.

- 12 Pour les éleveurs du Ferlo, il existe essentiellement deux grands types de mouvements : nord/sud à nord-est/sud-ouest et centre/sud à centre/sud-est. Si le premier (*seedaano*) a lieu en fin de saison des pluies, le second (*polindaaji*), quant à lui, a lieu en période de soudure, alors que les éleveurs "vont vers la pluie" (Sy, 2003 ; Adriansen, 2008) c'est-à-dire se déplacent pour rejoindre les premières repousses. Il faut signaler que le *polindaaji* est soutenu par un mouvement un peu tardif, venu du nord (Waalo) et du nord-est (Fuuta). La mobilité varie selon les zones et selon les moyens des éleveurs.

Les éleveurs ne transhumant pas nécessairement ni tous, ni chaque année, et quand ils le font, c'est en général avec une partie du troupeau et de la famille seulement. La transhumance n'est pratiquement jamais confiée à un berger salarié, bien que 25 % des campements de pasteurs et agropasteurs du Ferlo salarient de la main d'œuvre externe (Wane *et al*, 2010). On remarque aussi que les éleveurs d'une même zone de déserte de forage ont tendance à passer la saison sèche ensemble dans des zones d'accueil qui leur sont familières (Sy, 2006).

- 13 Chaque éleveur transhumant a des motivations qui lui sont propres et qui guident ses choix pour la transhumance (Sy, 2003 ; Sy, 2006 ; Diarra, 2010). Au Ferlo, la recherche de l'eau (soit l'accès non payant des mares et des puits) et de pâturages (*Zornia glochidiata* pour les ovins) ou de résidus de récoltes (au Saloum) sont les raisons majeures, mais l'existence de marchés pour les produits laitiers et le petit bétail, les gisements d'éléments minéraux (cures salées du Kayor) sont aussi des motivations non négligeables pour bouger. Les pasteurs cherchent aussi l'espace, pour éviter les problèmes de divagation des animaux dans les champs non récoltés et les conflits avec les agriculteurs ou les autres éleveurs. Ces motivations se traduisent alors par des mouvements variés tant des familles que des troupeaux, à des moments différents, avec parfois des périodes de stationnement le long du trajet.

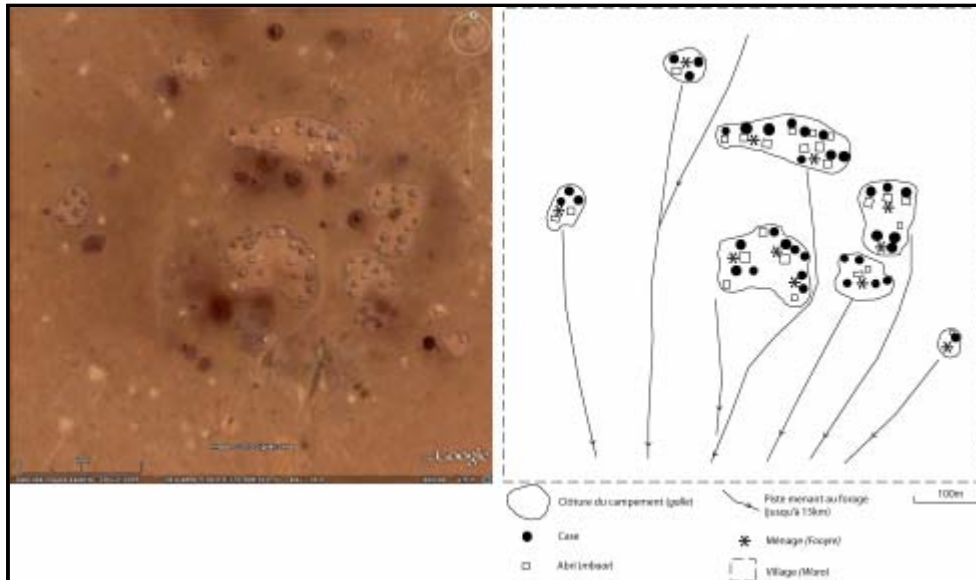
Matériels et méthodes

- 14 Les résultats d'enquêtes réalisées en 2001 dans le cadre d'une thèse ont servi de base à cette étude (Sy, 2003). L'échantillonnage a été réalisé sur la base des forages pastoraux du Ferlo, lesquels polarisent des familles regroupées en campements. A partir de ces points d'observation, l'enquête a permis de cartographier des itinéraires depuis un forage de départ jusqu'à un point d'arrivée, avec des temps de trajets et de séjour en zone d'arrivée. Deux types d'indicateurs sont créés sur la base des itinéraires : 1) des probabilités de présence de transhumants par unité de surface, obtenues en calculant une surface de densité qui montre la concentration d'itinéraires, en tenant compte de la divagation des animaux ; 2) des indices d'émissivité, d'attractivité et de connectivité de zones, obtenus à partir de matrices origine-destination (nombre de transhumants partant d'une zone donnée et aboutissant à une zone donnée).
- 15 Malgré leur attrait, les méthodes d'estimation de densité utilisées ici ne semblent pas encore avoir été appliquées à la transhumance. Nous n'avons pas non plus trouvé dans la littérature sur la mobilité, d'application d'algorithmes de densité de lignes à des itinéraires (ce que nous proposons ici pour la transhumance). En revanche, les indicateurs obtenus à partir des matrices origine-destination, s'ils sont une première dans le contexte de la transhumance, sont des classiques dans les études de la mobilité (Pumain et Saint-Julien, 2001). Ces indicateurs permettent non seulement d'appréhender les territoires de transhumance, mais peuvent aussi être comparés et combinés numériquement avec d'autres indicateurs.

Echantillon

- 16 Chez les éleveurs du Ferlo, on distingue trois structures socio-spatiales imbriquées (Figure 3) : le *wuro* (village), le *galle* (campement) et le *fooyre* (ménage). Le *wuro* est un ensemble de *galleeji* 5 plus ou moins regroupés, ces derniers pouvant être composés de quelques *pooye*. Le *wuro*, qui constitue l'unité de base du peuplement, regroupe des segments de lignages appartenant à la même fraction (Touré, 1987). Le *galle* est une unité de gestion et de production sous l'autorité d'un patriarche. Selon la pression exercée par les troupeaux sur les ressources voisines et les dynamiques sociales au sein du *galle*, celui-ci peut se scinder : un ou plusieurs fils mariés partent fonder un nouveau campement un peu plus loin avec la part du troupeau qui leur revient (Wane *et al*, 2009). Dans les terroirs d'attache, le *galle* peut donc comprendre un seul *fooyre* ou peut être l'unité de résidence commune à quelques *pooye*, lesquels s'associent généralement pour la transhumance. Chaque *galle* est rattaché à un forage. Le *galle* a été retenu comme unité de base des enquêtes.

Figure 3 : illustration de la structure socio-spatiale de l'habitat Peuhl autour des forages au Ferlo (ici à quelques km au nord du forage de Tatki).



Sources : Google Earth © 2010 ; Auteurs

- 17 Les 17 forages enquêtés ont été sélectionnés parmi 101 forages pastoraux du Ferlo **6**, selon un échantillonnage avec quota et stratifié en 5 zones (Sy, 2003). Pour chacun de ces 17 forages, 25 chefs de *galle* (*joom galle*)- soit environ 15 % des campements liés au forage - ont été choisis selon la position de leur campement de saison des pluies (*ruumaano*) par rapport au forage (en variant distance, azimuth, taille du campement et type de troupeau). De 15 % à 50 % (selon les forages) de ces éleveurs « résidents » transhument régulièrement pendant plusieurs mois, et ce sont ceux là qui font l'objet de la présente étude.
- 18 L'enquête comportait des questions concernant la principale transhumance pour chaque année de 1996 à 2000 : durée du trajet, temps du séjour en zone d'accueil, motivation pour le départ, conduite du troupeau, itinéraire (c.-à-d. lieux dits des étapes), raisons du choix des étapes et des zones d'accueil. Conscients de la grande difficulté à déterminer les effectifs du cheptel des pasteurs, nous n'avons pas collecté de données sur le nombre d'animaux qui transhument et ne pouvons donc pas estimer précisément les flux d'animaux.
- 19 Notre échantillon nous permet d'avoir une bonne idée de la distribution spatiale des itinéraires empruntés par les transhumants ayant leur *ruumaano* dans le Ferlo. Par contre, pour évaluer, à partir de ces itinéraires, l'intensité des flux et les intensités de présence sur le territoire, la taille de l'échantillon devrait être, non pas constante comme ici, mais proportionnelle au nombre total des éléments dont nous voulons évaluer les flux : nombre d'éleveurs transhumants des zones analysées, nombre d'animaux, etc... Nous pouvons cependant pondérer nos données avec des données auxiliaires. Les forages du Ferlo pour lesquels nous disposons d'un recensement montrent que le nombre de campements par forage va environ de 100 à 300, avec une valeur moyenne autour de 180 campements/forage (la valeur médiane est de 170).
- 20 Le tableau 1 résume certaines données nécessaires pour la pondération *ex post* de notre échantillon. Il montre le nombre de campements par forages (nous le posons égal au nombre de *galleeji*), et le nombre de fois en moyenne qu'un éleveur a transhumé pendant la période 1996-2000, qui varie beaucoup selon la zone mais relativement peu au sein d'un même arrondissement. Pour les forages non recensés, nous utilisons la moyenne des valeurs connues pour les forages de l'arrondissement.

Tableau 1 : Statistiques descriptives utilisées pour la pondération.

Zone	Arrondissement (nb de forages pastoraux)	Forage	Nombre de <i>galleeji</i>	Fréquence des transhumances sur toute la période 1996-2000 (%)		
				forage	Arrondissement	Zone
Nord	Thillé Boubacar (6)	Tatki	199 ³	54	41	41
		Widou	317 ³	33		
Ouest	Mbane (7)	Sare Lamou	254 ⁴	63	63	56
	Keur Momar Sarr (6)	Mbar Toubab	264 ²	70		
	Dahra (17)	Boulal	243 ³	52		
Centre	Yang-Yang (6)	Sagatta	243 ⁴	38	45	32
		Kothiédia	190 ¹	-		
		Mbeleukhé	179 ⁴	38		
	Dodji (13)	Tessekére	170 ³	30		
		Révane	164 ³	19		
Sud	Barkédji (22)	Warkhokh	164 ⁴	39	29	37
		Vélingara	162 ¹	50		
		Thieul	173 ³	34		
		Thiargny	178 ⁴	28		
Est	Oourossogui (19)	Ranérou	127 ¹	18	20	20
		Fourdou	74 ¹	11		
		Dendoudy	108 ⁴	19		
		Yonofere	124 ¹	27		

Nombre de campements par forage, nombre de forages par arrondissement, et fréquence des transhumances pour la période 1996-2000 par forage, et agrégée par arrondissement et par zone. Sources : ¹ Juul 1996 ; ² Sharman et Diop, 1987 cité par Sy (2003). ³ PPZS, 2005 et 2009). ⁴ Moyenne des valeurs connues par arrondissement (sauf Sare Lamou où la moyenne/zone est utilisée)

Itinéraires de transhumance et intensité de présence

- 21 Les 507 itinéraires de transhumance cités pour la période 1996-2000 ont été géoréférencés en localisant le mieux possible chacun des lieux-dits des étapes obtenues par le questionnaire, sur un ensemble de cartes. Nous nous sommes référés à diverses bases de données de villages, de forages, et de puits modernes ; de même qu'à des cartes topographiques au 200000^{ème} de 1957. Cette tâche est particulièrement ardue car d'une part, il n'existe pas de base de données spatiale de lieux-dits qui soit fiable (toponymie erronée ou inconsistante, doublons, et géoréférencement erroné) ; d'autre part, la toponymie n'est pas unique, et finalement les lieux-dits peuvent représenter une mare ou tout autre repère local qui n'apparaît sur aucune carte. Certaines étapes ont été impossibles à localiser et ont alors été omises de l'itinéraire.
- 22 Par analogie avec les indicateurs utilisés pour le transport, où l'on représente l'intensité du trafic par un nombre de véhicules sur un tronçon de route pour un intervalle de temps donné, nous avons choisi de représenter une intensité de présence de pasteurs, soit la densité de pasteurs sur un espace donné pour une période donnée. L'estimation des intensités de présence revient à calculer une densité d'itinéraires (pasteurs en mouvement), et d'étapes (pasteurs à l'arrêt pour plus d'une nuit), pour une période donnée. La transhumance se répétant chaque année, les intensités sont estimées pour une année complète. On suppose aussi que chaque *galle* se déplace en tout ou partie une seule fois l'an avec un seul troupeau (les questions concernaient la plus longue transhumance de l'année).
- 23 L'intensité de présence D (en transhumants.jours.km⁻²) -par « transhumant » on entend donc tout ou partie du ménage et du troupeau en déplacement hors du *ruumaano*- est le produit du nombre de transhumants sur 1 km² donné de territoire et du temps qu'ils y passent :

$$D = D_m + D_a$$

- 24 D_m est l'intensité de présence de transhumants « en mouvement », soit la densité de transhumants pondérée par le temps passé sur les itinéraires, et D_a l'intensité de présence « à l'arrêt », soit la densité de transhumants pondérée par le nombre de jours passés en stationnement pour plus d'une nuit (généralement la destination de la transhumance, ou zone d'accueil). Dans les deux cas, la pondération tient compte de la taille de l'échantillon (% de forages enquêtés et % de *galleeji* enquêtés)

par forage). Notons que D s'apparente à la notion de *homme-mois* utilisée en management, avec en plus une dimension sur l'espace parcouru.

- 25 Pour le calcul de D_m , nous utilisons un algorithme de densité de lignes (km.km^{-2}) **7** et un noyau gaussien, avec un rayon R rendant compte de l'espace occupé par le troupeau (distribution initiale des campements autour des forages, choix individuels des lieux de passage autour des différentes étapes, divagation du bétail le long du parcours) et de la distribution spatiale de l'échantillon (Figure 4). Chaque itinéraire est pondéré par l'inverse de la vitesse du transhumant en km/jour , laquelle a été déterminée à partir du temps déclaré par les éleveurs pour le trajet (ce temps inclut donc le temps passé pendant les étapes de transhumance) et de la longueur des itinéraires tels que numérisés. Nous avons supposé que l'itinéraire retour était le même qu'à l'aller, mais qu'il était parcouru deux fois plus rapidement (Sy, 2003). Vu que nous travaillons avec un échantillon de forages nous avons posé R égal à la moitié de la distance moyenne entre deux forages voisins enquêtés (13.6 km), l'espace occupé par le troupeau étant négligeable en comparaison.
- 26 Pour le calcul de D_a nous utilisons un algorithme de densité de points classique, avec aussi un noyau gaussien avec $R = 13.6$ km. Pour la pondération temporelle, on utilise le temps passé en zone d'accueil tel que déclaré par les éleveurs.
- 27 Des indicateurs globaux non spatialisés (durée du trajet, temps de séjour en zone d'accueil, distance parcourue) peuvent aussi être calculés à partir des enquêtes, des itinéraires numérisés et à partir des cartes de D_m et D_a (Tableau 2).

Tableau 2 : Quelques indicateurs globaux non spatialisés de la transhumance

Distance parcourue (km)	somme, moyenne, écart-type, quantiles
Temps de trajet (jours)	somme, moyenne, écart-type, quantiles
Temps en zone d'accueil (jours)	somme, moyenne, écart-type, quantiles
Extension de l'espace	Nombre de pixels tels que ($D > 0$) (km^2)
Intensité	Somme(D) (t.j)
Concentration	moyenne(D) (t.j.km ⁻²)
Foyer, point chaud	max(D) (t.j.km ⁻²)
Homogénéité	écart-type (D) (t.j.km ²)

Figure 4

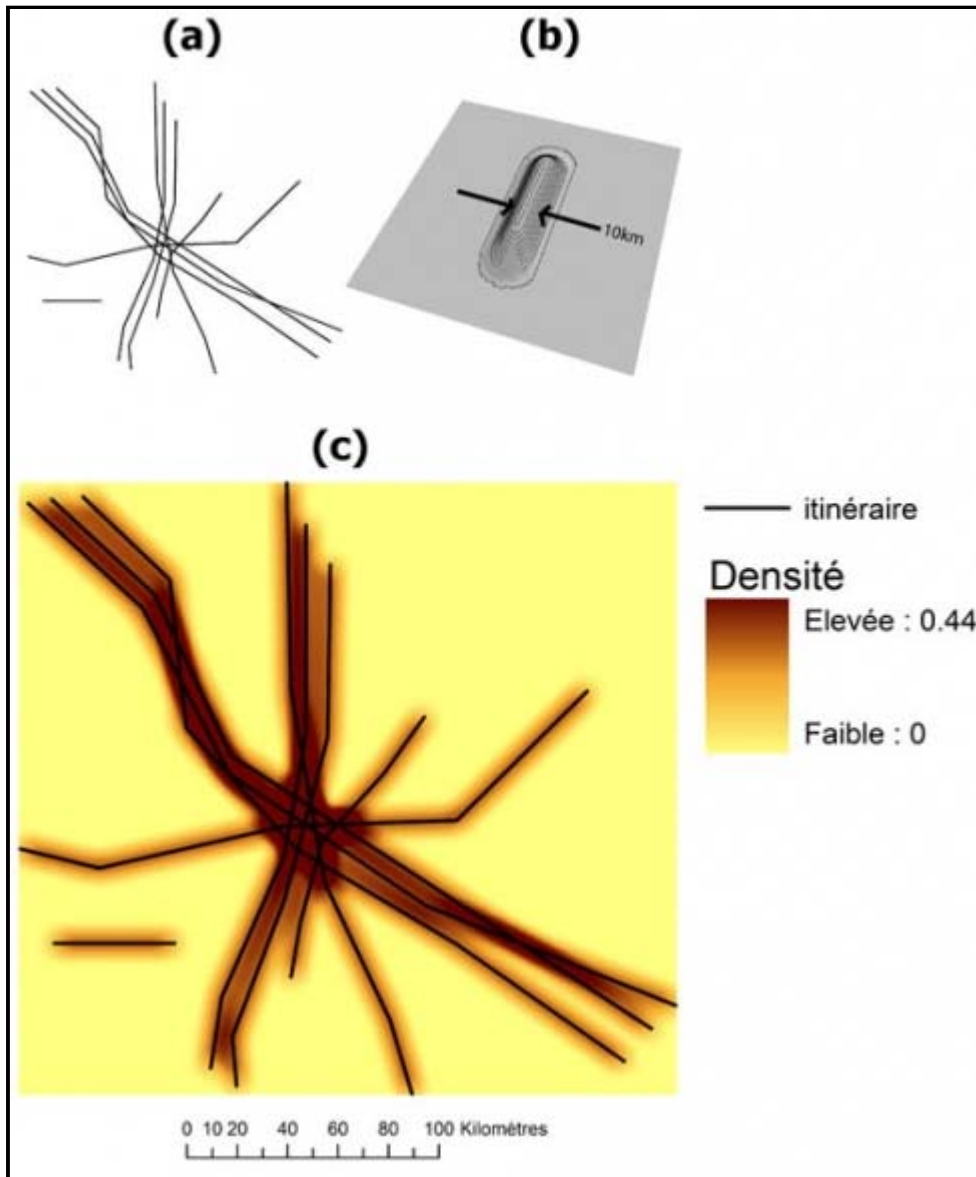


Illustration de l'algorithme de densité de lignes, appliqué aux itinéraires en format vectoriel (a) avec un noyau de "rayon" donné (b) correspondant à l'espace parcouru par le bétail δ -ici égal à 5km- pour produire une surface (c) représentant la concentration d'itinéraires (ici en km/km^2). Le poids donné ici aux itinéraires est égal à 1, et le pixel est de 1km^2 . En assignant un poids égal au temps par unité de distance (par exemple en jours/km) le long de l'itinéraire, on obtient une surface représentant le nombre total de jours de l'ensemble des transhumants traversant une unité de surface ($\text{transhumants.jours.km}^{-2}$). (Source : Auteurs)

Les tableaux de flux et les indicateurs statiques d'offre et de demande territoriale

- 28 Le calcul d'indicateurs statiques est fait à partir d'un tableau d'échange origine-destination, pour un ensemble de zones. Ce tableau indique, pour une période d'observation donnée, le nombre de ménages transhumants ayant quitté une zone de départ donnée (lignes du tableau), pour rejoindre une zone de destination donnée (colonnes du tableau). Le choix des zones d'agrégation dépend des objectifs d'utilisation des indicateurs. Nous avons choisi l'arrondissement parce que c'est le niveau le plus « local » de l'administration centrale. En effet pour renseigner ces politiques et les mettre en œuvre, l'Etat déconcentré a des techniciens présents au niveau des sous-préfectures : chef CADL, agents d'élevage, des eaux et forêt, etc... Ces derniers ne disposent pas cependant de données sur le nombre d'éleveurs par arrondissement qui nous permettraient d'effectuer une pondération exacte des lignes du tableau d'échange. En conséquence, pour chaque forage pastoral non enquêté d'un arrondissement donné, nous avons supposé que le nombre d'éleveurs transhumants était égal au nombre moyen d'éleveurs transhumants estimé pour cet arrondissement.

- 29 A partir du tableau d'échange, nous pouvons estimer deux indices statiques pour la transhumance (Pumain et Saint-Julien, 2001). L'*indice d'émissivité* (*ie*) d'une zone *z* donne le pourcentage de transhumants émanant de cette zone, alors que l'*indice d'attractivité* d'une zone donne le pourcentage de transhumants ayant choisi cette zone comme zone d'accueil :

$$ie(z) = n_{départ}(z)/n_{transh}(Ferlo)$$

$$ia(z) = n_{accueil}(z)/n_{transh}(Ferlo)$$

où $n_{départ}$ et $n_{accueil}$ sont respectivement le nombre de transhumants émanant d'une zone ou en accueil dans une zone, et n_{transh} le nombre total de transhumants dans le Ferlo.

- 30 Le tableau d'échange montrant la connectivité entre zones via la transhumance peut être utilisé pour définir, de manière automatisée, un ensemble de « territoires de la transhumance ». Nous proposons de classer les zones à partir des scores obtenus par une analyse de correspondance multiple du tableau d'échange. Nous avons réalisé cette dernière avec le logiciel S+ et la méthode *mca* (Venables et Ripley, 2002). La classification utilise la méthode divisive hiérarchique *diana* qui est appropriée lorsque l'on recherche un nombre réduit de clusters (Venables and Ripley, *ib.*). Le nombre optimal de clusters est obtenu par inspection du dendrogramme. Il est possible que certaines zones qui sont à la fois des zones de départ et d'accueil ne correspondent pas au même cluster ; nous considérons alors qu'une zone appartenant à la fois au cluster *x* (zone de départ) et *y* (zone d'accueil) correspondent à un nouveau cluster que nous étiquetons « *x>y* ».

Résultats

Représenter les zones d'endodromie 9

- 31 La figure 5 montre de façon simultanée, les variations annuelles de la pluviosité pendant la période 1996 - 2000 (Figure 5a) et les données de la mobilité pastorale (Figures 5b-d). Les cartes des précipitations (Figure 5a) montrent des situations contrastées, notamment entre 1997, l'année la plus sèche, et 1998, la plus humide. Les cartes des itinéraires (Figure 5b) montrent un enchevêtrement des parcours suivis en transhumance : on interprète ces résultats par le choix d'opportunités, le niveau individuel des décisions et l'absence de régulation territoriale. Les cartes d'intensité de présence D_m au cours des déplacements (trafic par km^2 ou densité de circulation) (Figure 5c) révèlent la forte concentration habituelle d'éleveurs dans la partie ouest du Ferlo, sur un axe qui passe entre Linguère et Dahra et se dirige vers le Niani entre Koungheul et Tambacounda. Le long de cette "autoroute pastorale", la densité de circulation atteint jusqu'à 10 transhumants.jours par km^2 (t.j. km^{-2}). Signalons aussi un effet d'entraînement : les transhumants du nord poussent une partie des éleveurs qui se trouvent sur leur passage à partir en transhumance ("on est serrés" diront alors les pasteurs de Tessekéré), ce qui explique en partie que des zones d'accueil pour les uns puissent devenir des zones de départ pour les autres. Les cartes d'intensité de présence en zones d'accueil (Figure 5d) montrent que les zones d'accueil les plus fréquentées par les transhumants (avec des intensités de présence allant jusqu'à 450 t.j. km^{-2}) se trouvent un peu au nord du forage de Mbeleukhé **10**, à une vingtaine de kilomètres au sud de Dahra et de Linguère. Il existe d'autres zones d'accueil importantes, notamment autour du forage de Thieul et du ranch de Doly ($D_a < 250$ t.j. km^{-2}), une autre vers Touba ($D_a < 150$ t.j. km^{-2}), et la plus méridionale vers Malème Niani ($D_a < 85$ t.j. km^{-2}).

- 32 La distribution spatiale de l'intensité de transhumance peut aider à établir des priorités dans l'aménagement des réserves sylvopastorales (RSP) du Ferlo ; celles se trouvant les plus proches des zones les plus parcourues par les transhumants devant logiquement bénéficier d'efforts particuliers. Pour la zone de Dahra et Linguère, les RSP de Khogue, Dealy, Lindé Sud et Oldou Débokol ; pour Thieul le ranch de Doly et la RSP de Sab-sabré ; pour le village de Malème Niani on a les forêts classées de Malème Niani et des Paniates, au nord ouest la RSP du Sine Saloum et au nord, la forêt

classée de Panal ; pour les zones de Mbeleukhé et Saré Lamou il y a la RSP des six forages et de Sogobé.

- 33 Une fois les indicateurs D_m et D_a produits, de nouvelles possibilités s'ouvrent à nous, car de nouveaux indicateurs peuvent être obtenus en transformant ou combinant les indicateurs de base via des opérations mathématiques (sachant cependant que les erreurs peuvent s'en trouver multipliées). Par exemple le ratio entre l'intensité de transhumance pour une année avec celui obtenu pour une autre année peut révéler des différences de patterns interannuels qui peuvent alors être corrélés aux différences de précipitations.
- 34 Quelques indicateurs non spatialisés, qui nous renseignent sur des grandeurs peu connues de la transhumance au Sénégal, ont aussi été estimés à l'échelle du Ferlo à partir des enquêtes, des itinéraires numérisés et à partir des cartes de D_m et D_a . (Tableau 3).

Tableau 3 : Statistiques descriptives des indicateurs de transhumance et de la pluviométrie totale annuelle pour la période 1996-2000.

Année	N transhumants	Pluie annuelle (mm)				Dm (t.j.km ⁻²)			Da (t.j.km ⁻²)			Distance parcourue (km)		Temps de trajet (j)		Temps en zone d'accueil (j)	
		Dagana	Dahra	Lingitière	Koungheut	Somme (t.j)	Moyenne	écart-type	Somme (t.j)	moyenne	écart-type	moyenne	écart-type	moyenne	écart-type	moyenne	écart-type
1996	6627	344	438	463.3	604	60604	0.69	1.23	3321314	38.1	58.7	108	74	15	10	144	63
1997	5090	220	461	294.3	544	62068	0.72	1.08	3004058	33.7	52.9	139	71	13	9	140	54
1998	8149	270	280	478.4	743	71705	0.78	1.30	4012272	45.6	67.7	92	76	14	7	151	49
1999	4786	254	464	352.9	906	50475	0.58	1.04	3048919	36.2	56.6	92	64	13	9	156	44
2000	6626	134	339	292.2	780	63919	0.85	1.56	3496061	40.6	65.7	95	60	11	7	149	45

Délimiter des territoires "administratifs" de la transhumance

- 35 Les cartes des indices d'émissivité et d'attractivité ont été produites pour l'ensemble de la période 1996-2000 (Figure 6 a-c) à partir de la matrice d'échange entre arrondissements (Tableau 4). Elles donnent une vue d'ensemble de l'importance relative de l'intensité de la transhumance au niveau des arrondissements du Ferlo sur 5 ans. Il est bon de rappeler qu'un éleveur peut effectuer la totalité d'une transhumance au sein d'un même arrondissement (cases en grisé du tableau 4), ce qui contribue à la fois aux indices d'émissivité et d'attractivité. La Figure 6a montre que près de 20 % des transhumants du Ferlo résident dans l'arrondissement de Dahra, en raison d'une forte densité de pasteurs, d'une part, et du fait qu'une plus grande proportion de ceux-ci a les moyens de transhumer. Par contre moins de 10 % des transhumants ont leur *ruumaano* dans l'arrondissement de Yang-Yang ou d'Ourosogui. La plus faible pluviométrie au nord, si elle est une motivation importante pour un départ en transhumance, n'est donc pas le seul facteur à prendre en compte. "Ne transhume pas qui veut" disait un pasteur de Tatki. En effet, pour les mouvements de longues distances, il faut des moyens considérables : une douzaine d'ânes, trois à quatre charrettes, une demi-douzaine de chambres à air pour le transport de l'eau, un stock alimentaire d'un mois environ, de l'argent pour les dépenses courantes, une main d'œuvre pour assurer la conduite, le gardiennage, la cuisine, les achats au marché, etc. Ainsi la mobilisation de plus de moyens permet à l'éleveur de partir plus tôt et plus loin. C'est le cas des bergers d'ovins des zones de forage du nord. Par contre, les éleveurs aux moyens plus limités, dans la zone des six forages (arrondissements de Yang-Yang, Mbane et Thillé Boubacar) ou qui ont moins de problèmes de ressources pastorales, dans la zone orientale (arrondissement d'Ourosogui), ne partent que quand la contrainte est très forte. Ils évoluent surtout entre leur forage d'attache et ceux qui sont limitrophes (mini transhumance).

- 36 Le modèle de transhumance est plus contrasté lorsqu'on examine la carte de l'indice d'attractivité (Figure 6b) : l'arrondissement de Barkédji attire près de 30 % des transhumants du Ferlo. En effet, il rassemble plusieurs conditions qui intéressent les transhumants : une densité pas trop élevée d'éleveurs "résidents", la proximité des marchés de Dahra et de Linguère, une réserve de fourrage importante de par sa position méridionale, et la présence d'une réserve sylvopastorale bien gérée (le ranch de Doly).
- 37 L'équilibre entre le départ et l'accueil de transhumants au niveau des arrondissements ayant ces deux vocations, apparaît sur la figure 6c qui montre le rapport entre émissivité et attractivité. Cinq arrondissements situés au nord sont, comme on peut s'y attendre, des zones d'émission nette (il y a 14 fois plus de pasteurs de l'arrondissement de Keur Momar Sarr qui transhument que de transhumants qui y séjournent), quelques arrondissements comme Yang-Yang, Dahra et Barkédji sont des zones d'attraction nette (environ 50 % plus de pasteurs en accueil qu'au départ).
- 38 La connectivité des arrondissements telle que définie par la transhumance est représentée par les clusters de la figure 6d, obtenus en analysant les dendrogrammes des tableaux d'échange pondérés. On remarque deux blocs contigus (clusters 2 et 3), un bloc disjoint (cluster 1), et un ensemble formé des arrondissements de Keur Momar Sarr et Yang-Yang ; ces derniers (notés "2>3") se retrouvent à la fois au cluster 2 (pour l'émission) et au cluster 3 (pour l'accueil) et se trouvent justement à l'interface des clusters 2 et 3 ; cela peut correspondre à un effet de cascade observé sur le terrain : les transhumants en provenance du nord repoussent les éleveurs résidents vers le sud. Les zones d'accueil autour de Touba et de Ross-Bethio sont connectées aux zones d'émission du nord (cluster 1).

Discussion

- 39 A première vue, l'aspect anarchique des itinéraires de transhumance (Figure 5b) rend difficile la définition d'indicateurs quantitatifs et la délimitation des zones de parcours ou d'endodromie. En réalité, les territoires de transhumance se superposent dans le temps et l'espace. Certains pasteurs enclins à la "sédentarisation" pensent même que ce sont les transhumants du nord qui ont inscrit dans leur calendrier pastoral la mobilité annuelle : lors de leurs déplacements, ceux-ci épuiseraient leurs pâturages, ce qui les obligerait à partir eux aussi en transhumance.
- 40 Nos résultats montrent que la mobilité pastorale s'effectue surtout à l'intérieur du Ferlo, ce qui peut s'expliquer en partie par le fait que les espaces pastoraux traditionnels se seraient contractés peu à peu avec l'avancée des zones agricoles au sud et à l'ouest, les espaces hydro-agricoles au nord, et les projets de reboisement et les plantations d'*Acacia senegal* et de *Jatropha* dans toute la zone pastorale. Cependant, on observe une présence non négligeable de transhumants en dehors du Ferlo, ce qui témoigne de l'élasticité des zones de transhumance et de stratégies de redéploiement sur d'autres espaces. Ainsi, les éleveurs d'ovins (*baalinkoobe*) du nord s'éloignent de plus en plus de la zone pastorale traditionnelle et élargissent leur territoire de transhumance jusqu'à atteindre la région de Tambacounda et la Gambie.
- 41 Il est difficile de détecter une corrélation entre la distribution spatiale des modes de transhumance et celle liée à la pluviosité, ce qui supporte l'hypothèse que d'autres facteurs entrent en jeu dans les choix des itinéraires et des destinations. Il semble bien y avoir, cependant, une variation de l'intensité de la transhumance selon la nature de la saison des pluies qui la précède. Le tableau 5 montre les résultats des régressions linéaires obtenues en croisant des données pluviométriques (variables indépendantes) avec des indicateurs globaux obtenus à partir de D_a et de D_m , pour les années 1996 à 2000. Les variables indépendantes étaient la pluviométrie annuelle à Dagana (nord-ouest du Ferlo), Dahra et Linguère (centre ouest), et Kounghoul (sud), et la différence de pluviométrie entre Linguère ou Dahra et Dagana (malgré un écart de seulement 40km entre les villes de Dahra et Linguère, qui sont situées à la même latitude, la corrélation entre les pluies annuelles enregistrée est de -0.35 pour 1996-2000 !). On constate que la différence entre la pluviosité annuelle mesurée à Linguère et celle mesurée à Dagana pourrait permettre de "prédire" la plupart des indicateurs d'intensité de présence en zones d'accueil ; par exemple une augmentation de 100mm de cette différence de pluviométrie

produirait une augmentation de 22 % de D_a , l'intensité de transhumance en zone d'accueil ($R^2 = 0.99$). La pluviométrie annuelle explique un peu moins l'intensité de circulation : une augmentation de 100mm de la moyenne de la pluviométrie estimée au niveau des forages enquêtés réduirait D_m de 28 % ($R^2 = 0.74$). Bien sûr ces résultats sont à interpréter avec prudence et demandent une validation formelle.

- 42 On note donc une relative persistance des zones d'endodromie, du moins à l'échelle nationale et sur une période de 5 ans. Les animaux sont conduits sur des pâturages dont la quantité et la qualité évoluent au cours de la saison, ils vont de zone de forage en zone de forage, selon les informations collectées sur les zones de transit (nature et qualité des pâturages et de l'eau) ou d'accueil (réseaux préalablement établis). Les flux d'animaux dépendent des ressources présentes dans les lieux d'émission et de destination, mais aussi ils sont déterminés par d'autres objectifs et contraintes de la transhumance (accès aux marchés, épizooties, disponibilité de capital et de main d'œuvre, etc..) et modulés par les circonstances et le contexte dans lequel les décisions sont prises. Mais in fine, la transhumance au Sénégal semble plus structurelle et stratégique qu'opportuniste, ad-hoc, ou soumise au seul aléa climatique. Basset et Koné (2006) ont aussi observé que les éleveurs FulBe de Côte d'Ivoire retournent aux mêmes endroits année après année, et ce, malgré les variabilités climatiques et sociales à l'œuvre. L'hypothèse de rationalité écologique devrait donc probablement être réexaminée à la lumière des développements en écologie politique.
- 43 La plupart des transhumants font du centre-ouest du Ferlo, avec les principaux centres urbains de Dahra et Linguère, des zones de passage ou de destination obligées. C'est en effet au niveau de ces deux villes que les provisions se font avant la longue marche vers le Saloum ou le Niani. Elles abritent aussi les principales unités de collecte et de prétraitement du lait du Ferlo (*meewtu*), et par conséquent de grands effectifs de troupeaux de bovins. Un peu au sud de ces villes, on trouve les zones les plus parcourues non seulement par les transhumants du Ferlo mais aussi par les transhumants venant du Mali et de la Mauritanie (Sy, 2010), et ceux, Sereer et Peul, du Bassin arachidier, ce qui ajoute à une pression déjà considérable sur les ressources pastorales de la région.

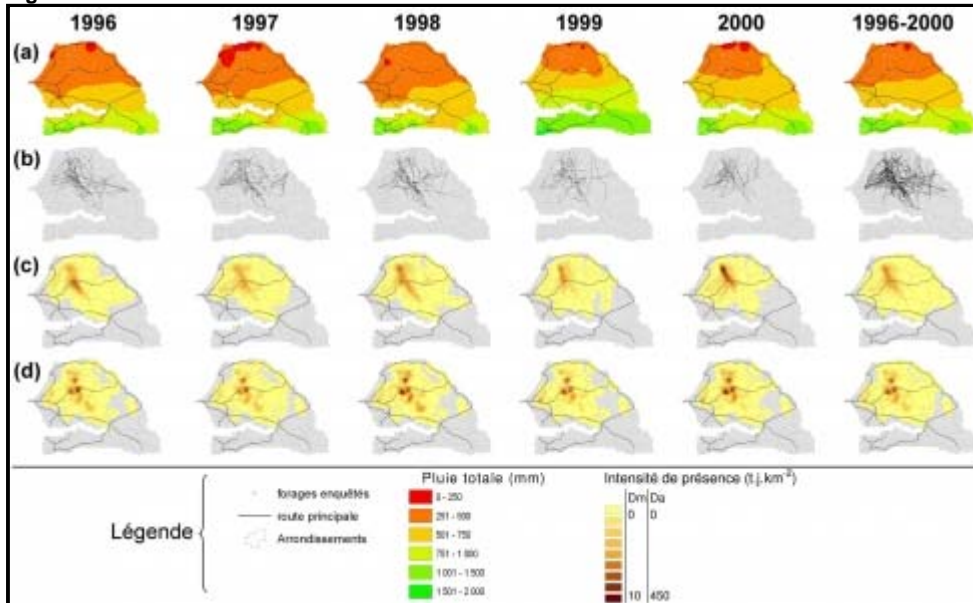
Tableau 4 : Tableau d'échange Origine-Destination montrant la moyenne annuelle (pour la période 1996-2000) du nombre estimé de transhumants entre arrondissements (échantillon pondéré). Les cases en grisé montrent le nombre de transhumants qui ne quittent pas l'arrondissement zone de départ.

Destination \ Origine	Destination																											TOTAL EMISSION					
	Barkoul	Dahra	Dagana	Digué	Koulikou	Koulikou	Koulikou	Koulikou	Koulikou	Koulikou	Koulikou	Koulikou	Koulikou	Koulikou	Koulikou	Koulikou	Koulikou	Koulikou	Koulikou	Koulikou	Koulikou	Koulikou	Koulikou	Koulikou	Koulikou	Koulikou	Koulikou		Koulikou				
Barkoul	10	188	10	0	10	30	10	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20	774		
Dahra	0	373	0	0	16	211	32	16	0	0	32	32	66	32	0	0	16	0	0	113	32	113	16	16	0	0	0	0	0	49	1164		
Dagana	0	421	0	0	0	23	0	34	0	0	0	0	34	57	11	0	48	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	136	841		
Digué	0	264	0	0	53	264	0	53	0	0	0	0	53	53	0	0	0	0	0	0	0	0	53	0	0	0	53	0	53	962			
Koulikou	12	92	0	0	12	98	0	46	0	0	12	0	0	0	0	0	46	0	0	0	0	12	0	0	23	0	0	66	0	207	762		
Koulikou	0	29	0	0	29	0	0	47	9	14	0	0	33	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	382			
Koulikou	11	138	0	0	0	0	0	23	0	0	23	11	0	0	0	0	34	0	11	0	0	0	0	11	34	0	0	11	138	0	785		
Koulikou	0	87	0	0	0	59	0	41	0	0	0	0	5	5	0	0	5	0	0	0	0	0	0	14	0	0	5	5	0	151	405		
TOTAL ACCUEIL	33	1991	20	26	91	645	42	270	9	14	47	43	388	296	49	153	60	195	10	49	113	289	113	28	90	372	23	10	25	283	6	731	6000

Tableau 5 : Résultats de régression ($y = ax+b$) entre pluviométrie totale annuelle et indicateurs de transhumance pour la période 1996-2000.

Indicateur qualitatif		Proxy	Variable explicative	b	a (%/100mm)	R ²
Mouvement	Extension espace	N ($D_m > 0$) (km ²)	pluvio(Dagana)	69914.8	63.16 (7%)	0.63
	Intensité	somme(D_m) (t.j)	moyenne pluvio (forages)	130096.6	-171.92 (-27.8%)	0.74
	Concentration	moyenne(D_m) (t.j.km ²)	pluvio(Dahra)	1.09	-0.000921 (-12.7%)	0.57
	Foyer, point chaud	max(D_m) (t.j.km ²)	pluvio(Dahra)	11.61	-0.0116 (-16.5%)	0.36
	Homogénéité	écart-type (D_m) (t.j.km ²)	pluvio(Dahra)	1.962	-0.00182 (-14.7%)	0.53
Accueil	Extension espace	N ($D_a > 0$) (km ²)	moyenne pluvio (forages)	105715.2	-47.228 (-5.4%)	0.92
	Intensité	somme(D_a) (t.j)	pluvio(Linguere)-pluvio(Dagana)	2371044	-7627.7 (-22.6%)	0.97
	Concentration	moyenne(D_a) (t.j.km ²)	pluvio(Linguere)-pluvio(Dagana)	27.497	0.086 (22.1%)	0.99
	Foyer, point chaud	max(D_a) (t.j.km ²)	pluvio(Linguere)-pluvio(Dagana)	314.3	0.611 (15.5%)	0.92
	Homogénéité	écart-type (D_a) (t.j.km ²)	pluvio(Linguere)-pluvio(Dagana)	45.17	0.115 (19.1%)	0.95

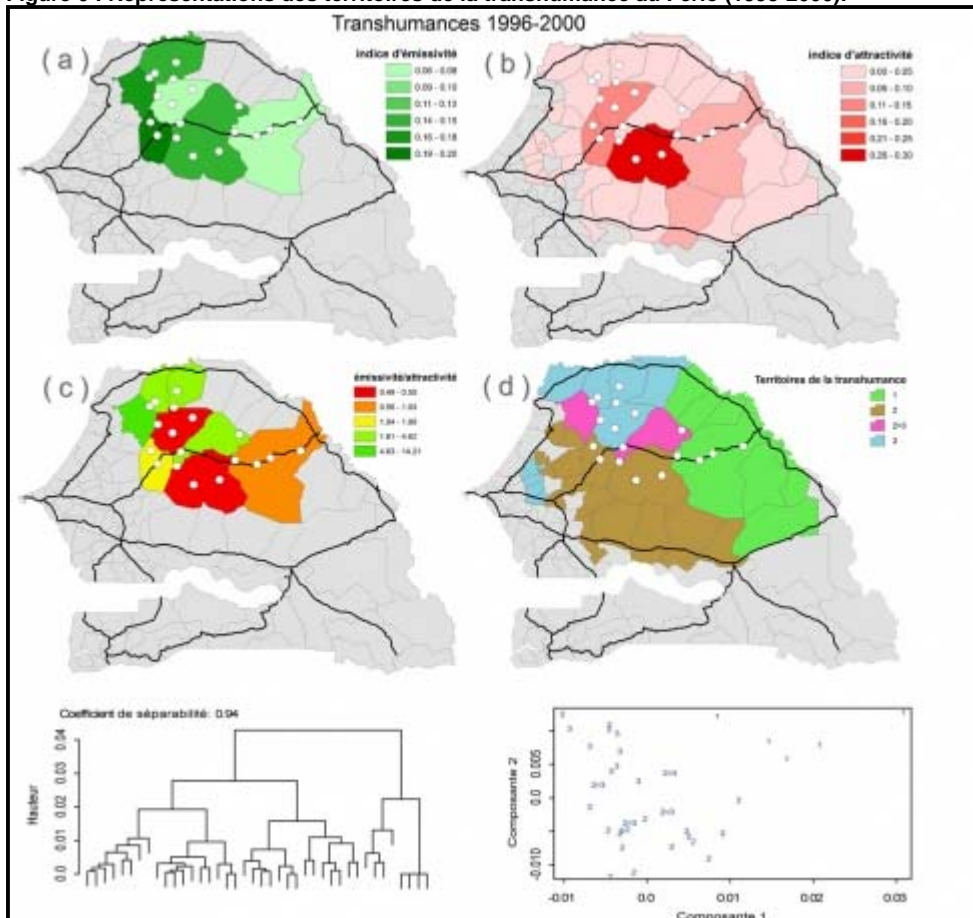
Figure 5



(a) pluviométrie annuelle ; (b) itinéraires de transhumance ; (c) intensité de présence pendant le trajet D_m ($t.j.km^{-2}$) ; (d) intensité de présence en zone d'accueil D_a ($t.j.km^{-2}$). Les surfaces raster (c) et (d) ont un pixel de $1km^2$. Les valeurs pour la période 1996-2000 (colonne de droite) sont des valeurs moyennes annuelles (sauf pour la carte des itinéraires où tous les itinéraires pour la période sont montrés).

Sources : Auteurs.

Figure 6 : Représentations des territoires de la transhumance au Ferlo (1995-2000).



(a) Indice d'émissivité, (b) d'attractivité, et (c) rapport entre indice d'émissivité et indice d'attractivité. (d) résultats de l'analyse factorielle (ligne du bas) pour délimiter la connectivité des arrondissements, soit la partition en 3 clusters. Les arrondissements étiquetés " 2>3 " correspondent aux au cluster 2 en tant que zone de départ et au cluster 3 en tant que zone d'arrivée. Les autres arrondissements se retrouvent dans le même cluster pour le départ comme à l'arrivée.

Sources : Auteurs

- 44 Certains indicateurs pourraient être convertis en indicateurs de pression sur les ressources si nous disposions de données fiables sur les effectifs en transhumance : supposons par exemple que chaque *galle* amène un troupeau de 100 ovins en transhumance (soit environ 15 UBT), ce qui représente une consommation de 94kg de matière sèche par jour et par troupeau. Une valeur de D de $400t.j.km^{-2}$ (rencontrée dans les zones d'accueil très parcourues) correspond alors à une consommation totale annuelle de 38T de pâturage sec par km^2 , qui est environ 15 fois inférieure à l'offre des pâturages du Ferlo central (CSE 2007, 2008). Les zones d'accueil très parcourues disposent de pâturages très appâtés et dont la qualité s'est maintenue depuis des décennies, principalement grâce à la mobilité du cheptel. Bien qu'elles doivent être interprétées avec prudence, ces estimations montrent cependant que l'ensemble du Ferlo semblerait largement en deçà de sa capacité à accueillir des transhumants, du moins en période sans crise. Notons aussi qu'on peut simuler l'impact d'une perte de mobilité locale et d'une augmentation de la densité de campements due à la pression démographique en diminuant R , le rayon du noyau gaussien utilisé pour les calculs de densité.
- 45 Le fait d'obtenir des territoires "administratifs" compacts, s'il semble logique a priori, est tout de même assez surprenant compte tenu du fait qu'il n'y a aucune variable explicite dans le modèle qui pourrait forcer l'agglomération d'arrondissements voisins (comme par exemple la distance entre deux arrondissements). Ceci montre la préférence des pasteurs pour des déplacements à l'échelle d'un ou deux arrondissements. L'avantage de recourir à une méthode automatisée plutôt qu'à une analyse visuelle des flux pour déterminer la connectivité des zones réside dans la possibilité d'en suivre les évolutions avec le minimum de biais d'interprétation. Van Nuffel (2007) propose une méthode similaire, mais probablement plus robuste pour déterminer le nombre de flux significatifs à partir d'une matrice origine-destination. Des méthodes d'analyse de réseau pourraient aussi être testées. La partition de l'espace via la transhumance, fournit une base logique et reproductible pour améliorer la coordination entre sous-préfectures pour soutenir la mobilité des pasteurs.
- 46 Il convient cependant d'appeler à une certaine prudence dans l'usage et l'interprétation de ces cartes, en raison du biais de l'échantillon et de la validité toute relative des données sur les localités et sur les populations d'éleveurs ayant servi à pondérer nos résultats d'enquête. Par exemple au nord-est du Ferlo les indicateurs sont inexistantes ou partiels à cause de l'absence d'enquêtes. De même, le fait de représenter une densité des transhumants a pour effet de marginaliser les zones du Ferlo habitées par des pasteurs plus défavorisés n'ayant pas nécessairement les moyens de transhumier avec la même intensité que les gros éleveurs. La simulation de la distribution spatiale des transhumants selon une loi gaussienne, avec un rayon unique établi de manière empirique, est aussi une simplification considérable de la réalité.

Conclusion et perspectives

- 47 Nous avons décrit la transhumance au Ferlo et montré comment l'information sur les itinéraires de transhumance pouvait être synthétisée en indicateurs quantitatifs. Cette première approche vise avant tout à montrer l'intérêt des concepts et des méthodes, mais en raison des limites liées aux données et à l'échantillonnage, la quantification des résultats de l'étude de cas, la transhumance au Ferlo, reste encore grossière. Les cartes montrant l'intensité de la transhumance, c'est-à-dire le nombre de transhumants-jours par km^2 , matérialisent la distribution spatiale des zones d'intérêt pastoral pendant la saison sèche loin des « terroirs d'attache ». L'ensemble des cartes montre l'intensité du potentiel d'interaction avec l'espace, et par ricochet avec les marchés et les populations. Le croisement de ces cartes avec des indicateurs pluviométriques simples montre qu'il serait possible, toutes choses étant égales par ailleurs, de prévoir à l'avance certaines manifestations de la mobilité des pasteurs. Nous avons aussi produit des cartes, destinées aux décideurs politiques, montrant l'importance de la transhumance selon un découpage administratif et la connectivité de ces unités via la transhumance, ce qui donne quelques pistes pour une intercommunalité pastorale au Sénégal.

- 48 Les besoins de données identifiés ici permettent d'orienter avec précision les collectes d'informations : mode d'échantillonnage affiné et plus dense, localisation précise des étapes de transhumance, l'estimation des effectifs et des durées de la transhumance et surtout : l'espace occupé par chacun pendant le trajet et en zone d'accueil, lequel est modulé par les régulations locales (couloirs de transhumance, obstacles, etc.). En évaluant les effectifs des troupeaux, il deviendrait possible d'estimer la pression sur les pâturages et la demande en eau à partir des cartes de l'intensité de transhumance. En croisant ces indicateurs avec d'autres données comme l'avancée du front agricole, des mesures pourraient être prises pour réduire les conflits entre éleveurs et agriculteurs (Ickowicz *et al*, 2005). La mise en œuvre au Sahel d'observatoires du pastoralisme et de systèmes d'information et d'alerte permettra peut-être, si l'on est attentif aux besoins des acteurs du développement, de diffuser l'emploi de tels indicateurs quantifiés.

Di Meo (1991) postule que l'espace géographique est avant tout cette matérialité entre la nature et la société ; pour Brunet *et al* (2005) c'est l'ensemble des lieux et de leurs relations. Nous avons tenté de matérialiser l'espace pastoral à partir de la mobilité des transhumants, qui représente une dimension importante des rapports de production et des échanges des pasteurs. Mais chaque pasteur a bien sa façon de se représenter son territoire de pratique, d'usage, et d'appartenance. Ainsi, dans leurs rapports sociaux avec l'espace, les pasteurs construisent jour après jour, saison après saison, année après année, des structures socio-spatiales articulées autour de réseaux diffus et flexibles, entre et autour des zones de résidence, de passage et d'accueil. La transhumance n'est qu'une manifestation de cette complexité, et les méthodes de synthèse cartographique et numérique proposés ici ne présentent qu'un point de vue nécessairement simplifié de cette réalité. Mais c'est peut être un pas

nécessaire pour que la transhumance prenne la place qui lui revient dans les politiques de développement.

BIBLIOGRAPHIE

Adriansen HK., 2008, « Understanding pastoral mobility: the case of Senegalese Fulani ». *The Geographical Journal*, 174, 3 : 207–222.

Ancey V., Ickowicz A., Touré I., Wane A., Diop A.T., 2009, « La vulnérabilité pastorale au Sahel : portée et limite des systèmes d'alerte basés sur des indicateurs », in Duteurtre G., Faye B. (eds) : *L'élevage, richesse des pauvres : stratégies d'éleveurs et organisations sociales face aux risques dans les pays du Sud*. Versailles : Quae, 117-132.

Ancey V., Wane A., Muller A., Andre D., Leclerc G., 2008, « Payer l'eau au Ferlo : stratégies pastorales de gestion communautaire de l'eau », *Autrepart*, 46 : 51-66.

Barral H., 1982, « Le Ferlo des forages : gestion ancienne et actuelle de l'espace pastoral », *Etudes de géographie humaine*, ORSTOM, Dakar, 85p.

Barral H., 1974, « Mobilité et cloisonnement chez les éleveurs du nord de la Haute-Volta : les zones dites "d'endodromie pastorale" », *Cahiers ORSTOM, série Sciences Humaines*, 21 (2) : 17-135.

Bassett, T.J., 1986, « Fulani herd movements », *Geographical Review*, 76 (3): 233-248 (<http://www.jstor.org/stable/214143>)

Bassett T.J, Koné M., 2006, « Grazing lands and opportunistic models : the political ecology of herd mobility in northern Côte d'Ivoire », in : Actes du colloque international « Les frontières de la question foncière – At the frontier of land issues », Montpellier, 21p. (www.mpl.ird.fr/colloque_foncier/Communications/PDF/Bassett.pdf)

Bassett T.J, Turner M.D., 2007, « Sudden Shift or Migratory Drift? FulBe Herd Movements to the Sudano-Guinean Region of West Africa », *Hum Ecol*, 2007, 35: 33-49 (doi: 10.1007/s10745-006-9067-4)

Behnke R., Scoones I., 1993, « Rethinking Range Ecology: implications for rangeland management in Africa », in: *Range ecology at disequilibrium. New models of natural variability and pastoral adaptation in African savannas*, London: Overseas Development Institute (ODI), 248p.

Benoit M., 1988, « La lisière du Kooya : Espace pastoral et paysages dans le Nord du Sénégal (Ferlo) », *L'Espace Géographique*, 2 : 95-108.

Blench R., 2006, « "You can't go home again": Pastoralism in the new millennium », *Overseas Development Institute (ODI)/FAO Animal Health and Production Series*, n° 150. 106p. (<http://www.odi.org.uk/pdn/eps.pdf>)

Brunet R., Ferras R., et Théry H., 2005. *Les mots de la géographie : dictionnaire critique* (3^{ème} édition). Montpellier-Paris : RECLUS – La documentation française, 520p.

Convers A., Chaibou I., Binot A., Dulieu D., 2007, « La gestion de la transhumance dans la zone d'influence du parc régional du W par le programme ECOPAS : une "approche projet" pour l'aménagement de la périphérie du parc », *VertigO*, Hors Série 4, Chapitre 9 : 1-9.

CSE., 2008, « Evaluation de la biomasse des parcours naturels ». Centre de suivi écologique. Bulletin 17, décembre 2008, 10p. (http://www.cse.sn/documents/bulletin_17_Biomasse08.pdf).

CSE., 2007, « Evaluation de la biomasse des parcours naturels », Centre de suivi écologique, Bulletin 14, décembre 2007, 9p. (http://www.cse.sn/documents/bulletin_14_biomasse07.pdf).

Diarra O., 2010, *Évaluation des effets de la transhumance et de la complémentation alimentaire des ruminants sur la vulnérabilité pastorale : Cas de la Communauté Rurale de Tessékéré*, Mémoire de fin d'étude : Ecole Nationale d'Economie Appliquée, Département Aménagement du territoire, Environnement et Gestion Urbaine, 149p.

Di Meo G., 1991, *L'homme, la Société, l'Espace*. Paris : Anthropos, Economica, 319p.

- Dupire M., 1957, « Les forages dans l'économie peul », in : Grosmaire F. (ed), *Eléments de politique sylvo-pastorale au Sahel sénégalais*, fasc. 14 : 19-24.
- Gaudio A., 1993, *Les populations du Sahara occidental : histoire, vie et culture*, Paris : Khartala, 359p.
- Gomez OS., 1979, « Contribution à l'étude de la transhumance au Sénégal : ses conséquences sur l'exploitation du cheptel et sur le développement économique et social des populations pastorales ». Thèse : Ecole Inter-Etats des Sciences et Médecine Vétérinaires de Dakar, 130p.
- Green DM., Kiss IZ., and Kao RR., 2006, « Modelling the initial spread of foot-and-mouth disease through animal movements ». *Proc. R. Soc. B* 273 : 2729–2735 (doi :10.1098/rspb.2006.3648).
- Grenier P., 1957, *Rapport de mission dans la région du Ferlo*, Service de l'hydraulique de l'AOF, Dakar, 157p.
- Groombridge B. ed., 1992. *Global biodiversity. Status of the earth's living resources*. London : Chapman & Hall, 450p.
- Ickowicz A., Touré I., Ancey V., Leclerc G., Darly S., Damman G., 2005, *Programme LEAD "Pastoralisme et environnement au Sahel" (Pesah)*, Rapport Final, FAO – CIRAD – PPZS, Rapport Cirad n° 2005-05, Montpellier, 113p. + annexes.
- Hägerstrand T., 1970, « What about people in regional science? », *Papers of the Regional Science Association*, 24: 7-21.
- Hammel R., 2001, « Terroirs d'attache des pasteurs au Niger » *IIED Drylands Issue Paper (F102)*, 28p. (<http://www.iied.org/pubs/pdfs/9069IIED.pdf>)
- Juul K., 1996, *Migration et innovations technologiques chez les peuls du Sénégal suite aux sécheresses : le triomphe de la chambre à air*, Londres : IIED, 29p.
- Kuper R., and Kröpelin S., 2006, "Climate-controlled holocene occupation in the Sahara: motor of Africa's Evolution", *Science*, 313 (5788): 803-807. (DOI: 10.1126/science.1130989)
- Niamir-Fuller M., 1999, *Managing mobility in African rangelands: The legitimization of transhumance*, London: Intermediate Technology Publications, 314p.
- Pumain D. et Sain-Julien T., 2001, *Les interactions spatiales*, Armand Colin, HER, Paris, 191p.
- Sharman M., et Diop AT., 1987, *Inventaire des ressources en eau*, GEMS, Série Sahel, n° 6, Nairobi, 68p.
- Silverman BW., 1986, *Density Estimation for Statistics and Data Analysis*, New York: Chapman and Hall, 176p.
- Swift J., 2006, « Les défis de la sécurisation de la mobilité pastorale », *Note thématique n° 3*, IRAM, Juillet 2006, p1.
- Sy O., 2010, « La transhumance transfrontalière source de conflits au Ferlo (Sénégal) », *M@ppemonde* 98, (2010.2) (mappemonde.mgm.fr/num26/articles/art10201.html), 13p.
- Sy O., 2009, « Rôle de la mare dans la gestion des systèmes pastoraux sahéliens du Ferlo (Sénégal) », *Cybergeog : European Journal of Geography*, (<http://www.cybergeog.eu/index22057.html>)
- Sy O., 2006, *Problématiques de la dynamique et de l'aménagement de la zone fluvio-lacustre et de l'espace ferlien du Sénégal*, Thèse de doctorat, Bordeaux III, 387p.
- Sy O., 2003, *Dynamique des ressources en eau et évolution de la mobilité pastorale en zone sylvo-pastorale*, Thèse de doctorat de 3^{ème} cycle, Dakar : Université Cheikh Anta Diop, Faculté des Sciences et Techniques, Institut des Sciences de l'Environnement, 186 p.

Touré I., Ickowicz A., Ancey V., Akpo LE., Ba A., Bah A., Corniau C., Diop AT., Diop Gaye I., Garba I., Leclerc G., Ndiaye P., Niang I., Saley M., Soumare MA., Toutain B., Wane A., 2009, *Système d'information sur le pastoralisme au Sahel, phase 2, Rapport Final*, CIRAD, 53p.

Toure O., 1987. « Une société pastorale en mutation sous l'effet des politiques de développement : les peuhl du Ferlo, du début du siècle à nos jours », *Etudes et travaux de l'USED*, n° 8, 105p.

Van Nuffel N., 2007 « Determination of the number of significant flows in origin-destination specific analysis: the case of commuting in Flanders », *Regional Studies* 41: 509-524.

Van Sprundel., 2008, *Une contribution à la compréhension de l'élevage mobile dans les régions de Zinder et de Djiffa, Niger. Petit Atlas analytique et synthétique*, 60p. (http://www.inter-reseaux.org/IMG/pdf_elevage_mobile_Zinder_Diffa.pdf)

Venables WN., et Ripley BD., 2002, *Modern applied statistics with S (4th edition)*, New York: Springer (Series: Statistics and Computing), 495p.

Wane A., Ancey V., Touré I., 2010, « Pastoralisme et recours aux marchés : Cas du Sahel sénégalais (Ferlo) », *Cahiers agricultures*, 19 (1) : 14-20. (doi :10.1684/agr.2009.0329)

Wane A., Diao Camara A., Ancey V., Joly N., Ndiobène Kâ S., 2009, « Choix individuel et sécurisation collective : formes de salariat dans les exploitations pastorales du Sahel sénégalais (Ferlo) ». *Economies et sociétés*, 31 (9) : 1443-1468.

Wane A., Ancey V., Grosdidier B., 2006, « Les unités pastorales du Sahel sénégalais, outil de gestion de l'élevage et des espaces pastoraux. Projet durable ou projet de développement durable ». *Développement Durable & Territoires, Dossier 8 : Méthodologies et pratiques territoriales de l'évaluation en matière de développement durable*, 18p. (<http://developpementdurable.revues.org/index3292.html>).

Wiese M., Yosko I., Donnat M., 2004, « La cartographie participative en milieu nomade : un outil d'aide à la décision en santé publique - étude de cas chez les Dazagada du Bahr-El-Ghazal (Tchad) », *Médecine Tropicale*, 64 : 452-463.

Worton BJ., 1987, « A review of models of home range for animal movement », *Ecol. Modell.* 38:277-298.

Worton BJ., 1989, « Kernel methods for estimating the utilization distribution in home-range studies », *Ecology*. 70:164-168.

NOTES

1 Notons que la notion de terroir d'attache fait controverse, comme le souligne Hammel (2001) dans le contexte du code pastoral Nigérien, car elle renvoie à une idée éloignée de la réalité des pasteurs, pour qui la sédentarité reste souvent relative, et pas nécessairement liée à la permanence des sites d'habitat (Benoit, 1988).

2 La visualisation de la mobilité est aussi un domaine très actif de recherche et d'expérimentation (voir par exemple <http://vimeo.com/10218235>)

3 Correspond au Jolof, c'est-à-dire les arrondissements de Barkédji, Dahra, Dodji et Yang-Yang.

4 Le vocabulaire local cité est en langue *pulaar*

5 Le pluriel de *galle* est *galleeji*, alors que le pluriel de *fooyre* est *pooye*.

6 Le nombre de forage varie selon les limites que l'on pose à la ZSP, notamment vers le sud (bassin arachidier) et le nord (vallée du fleuve Sénégal)

7 Les calculs sont réalisés avec l'extension Spatial Analyst du logiciel ArcGIS, version 9.3. L'algorithme de densité de lignes par noyau est adapté de la fonction quadratique pour les densités de points tel que décrit par Silverman (1986). Les détails de la procédure sont donnés dans l'aide du logiciel.

8 Ceci si nous travaillons avec l'ensemble des itinéraires, c'est-à-dire un recensement exhaustif de tous les déplacements. Dans le cas d'un échantillonnage on doit poser

$$R = \sqrt{R_{\text{troupeau}}^2 + R_{\text{échantillon}}^2}$$

où $R_{\text{échantillon}}$ est égal à la moitié de la distance moyenne entre deux observations.

9 Barral (1974) définit le terme « endodromie » tiré du grec « *endo* » et « *omos* » « course », « parcours », comme tant l'« espace exploité selon un cycle annuel, à partir de plusieurs points d'eau pérennes, par des éleveurs, sédentaires ou nomades, utilisateurs habituels de ces points d'eau en saison sèche, et ayant empiriquement adopté les mêmes aires et le même calendrier de transhumances ».

10 La zone de Tessekéré, et notamment le forage de Amaly, est une zone de passage obligé, de même que les zones de Dolly et de Thieul.

REMERCIEMENTS

Nous remercions Tidiane Sané, Alla Manga et Balla Dièye pour le travail difficile et fastidieux de vérification et de numérisation des itinéraires de transhumance, ainsi qu'Amadou Tamsir Diop pour ses précieux conseils lors de la phase de terrain. Nos sincères remerciements vont à Bernard Toutain, Alexandre Ickowicz et Ibra Touré pour leur relecture critique et les corrections éditoriales. Ce travail a été financé en partie par le Centre de Coopération Internationale en Recherche Agronomique pour le Développement (CIRAD), et la fondation Ford à travers son International Fellowships Program.

POUR CITER CET ARTICLE

Grégoire LECLERC et Oumar SY, « Des indicateurs spatialisés des transhumances pastorales au Ferlo », *Cybergeo : European Journal of Geography*, Systèmes, Modélisation, Géostatistiques, article 532, mis en ligne le 23 mai 2011, modifié le 26 mai 2011. URL : <http://cybergeo.revues.org/23661>. Consulté le 28 juin 2011.

AUTEURS

Grégoire LECLERC

Chercheur Cadre au Centre de Coopération Internationale en Recherche Agronomique pour le Développement (CIRAD), UR Gestion des ressources renouvelables et environnement
Membre du Pôle Pastoral Zones Sèches (PPZS)
gregoire.leclerc@cirad.fr

Oumar SY

Enseignant-Chercheur, Maître Assistant à l'Université de Ziguinchor, Département de Géographie
Chercheur Associé au Laboratoire d'Enseignement et de Recherches en Géomatique (LERG)
syoumarsy@yahoo.fr

Du même auteur :

Rôle de la mare dans la gestion des systèmes pastoraux sahéliens du Ferlo (Sénégal)
Paru dans *Cybergeo : European Journal of Geography*, Environnement, Nature, Paysage

openedition:

- revues.org
 - [Revues.org](http://revues.org) Revues et collections de livres
 - [Les revues \(291\)](#)
 - [Les collections de livres \(17\)](#)
 - [En savoir plus](#)
- calenda
 - [Calenda](#) Calendrier des sciences sociales
 - [Accéder aux événements \(15852\)](#)
 - [En savoir plus](#)
- hypotheses.org
 - [Hypotheses.org](#) Carnets et blogs de recherche
 - [Accéder aux carnets \(212\)](#)
 - [En savoir plus](#)
- [Lettre & alertes](#)
 - [Lettre](#) S'abonner à la Lettre de Revues.org
 - [Alertes & abonnements](#) Accéder au service
- [Freemium](#)

Rechercher

- - Titre :
Cybergeo : revue européenne de géographie / European journal of geography
Revue fondée en 1996 / Journal founded in 1996
 - En bref :
Revue de géographie et espace de discussion entre lecteurs et auteurs
A geography webjournal which intends to generate an interaction between authors and readers.
 - Sujets :
Géographie, Épistémologie et méthodes, Systèmes ; modélisation ; géostatistiques, Espace ; société et territoire, Géographie : politique ; culture et représentation
 - Dir. de publication :
Denise Pumain
 - Éditeur :
UMR 8504 Géographie-cités
 - Support :
Électronique
 - EISSN :
1278-3366
 - Accès :
Open access Freemium
- DOI / Références
 - DOI :
10.4000/cybergeo.23661
 - Citer cette référence
- Du même auteur
 - **Articles du même auteur dans la revue**
 - Oumar Sy
 - Rôle de la mare dans la gestion des systèmes pastoraux sahéliens du Ferlo (Sénégal) [Texte intégral] Paru dans *Cybergeo : European Journal of Geography*, Environnement, Nature, Paysage
- Outils
 - Signaler cet article
 - Imprimer cet article