

# DU FERLO AU BASSIN ARACHIDIER (SÉNÉGAL) : ANALYSE DE LA COMPOSITION FLORISTIQUE DE LA VÉGÉTATION ENVISAGÉE COMME RESSOURCE ET COMME INDICATRICE DES CHANGEMENTS SOCIO-ENVIRONNEMENTAUX

Ababacar FALL <sup>(1)</sup>

(1) : École polytechnique de Thiès, Laboratoire des Sciences et Techniques de l'Eau et de l'Environnement (LaSTEE) BP A10 THIÈS, SÉNÉGAL. Chercheur associé à l'EA 7338 PLEIADE, Université Paris 13, 99 avenue Jean Baptiste Clément, 93430 VILLETANEUSE.  
Courriels : afall@ept.sn et mbayef@gmail.com

**RÉSUMÉ :** L'évolution des caractéristiques biophysiques de l'environnement sahélien Ouest africain et du Ferlo sénégalais en particulier est marquée par les fortes fluctuations de la pluviosité intervenues au cours de ces dernières décennies et qui ont eu des conséquences importantes sur le potentiel biologique de toute la région. Les modifications qu'elles ont induites sur les écosystèmes se lisent aujourd'hui à travers la composition floristique, la chorologie des espèces rencontrées dans la région et les contours des paysages ; la flore est une bonne indicatrice de l'évolution des milieux biophysiques au cours des dernières décennies. L'organisation phytoclimatique à l'échelle micro-régionale mérite donc d'être réexaminée et réactualisée en tenant compte des principaux changements intervenus. L'étude floristique de la ressource végétale, vue au travers du double prisme des pratiques anthropiques et de l'évolution des conditions du milieu, permet de mieux comprendre la complexité des dynamiques physiques et sociétales internes.

**MOTS-CLÉS :** végétation, flore, paysages, anthroposystème, analyse multivariée, Sahel, Ferlo.

**ABSTRACT :** The evolution of the biophysical characteristics of the African Western Sahelian environment and the Senegalese Ferlo in particular is marked by strong fluctuations in the rainfall intervened during these last decades and which had important consequences on the biological potential of the region. The modifications that they have induced on the ecosystems are read through the floristic composition, the chorology of species found in the region and the contours of the landscapes ; flora is a good indicator of the biophysical environment evolution during the last decades. So the phytoclimatic organization at the micro-regional scale deserves to be reviewed and updated in light of major changes. The floristic study of plant resource, seen through the prism of dual anthropogenic practices and changing environmental conditions, allows to understand better the complexity of the internal physical and societal dynamics.

**KEYS-WORDS :** vegetation, flora, landscapes, anthroposystem, multivariate analysis, Sahel, Ferlo.

## I - INTRODUCTION

Le découpage de l'Afrique de l'Ouest en domaines bioclimatiques disposés zonalement (saharien, sahélien, soudanien, guinéen) trouve son origine dans la science coloniale, singulièrement dans l'œuvre d'A. CHEVALIER (1900). Par la suite, si des nuances ont été apportées (parlant ici de sahélo-soudanien, là de soudano-sahélien), le principe d'un découpage en régions homogènes a été conservé. Il correspondait avant tout à une conception de l'organisation régionale des paysages végétaux et des systèmes de production (agricole et pastoral

principalement) fondée sur la distribution de la pluviosité reconnue comme principal facteur structurant des milieux écologiques et des activités rurales (A. CHEVALIER, 1900 ; J. TROCHAIN, 1940, 1957 ; A. AUBRÉVILLE, 1949 ; F. WHITE, 1986 ; M. ARBONNIER, 2002). Ainsi, au sein de la zone tropicale à saisons alternées, se succèdent le domaine sahélien, le domaine soudanien et le domaine guinéen. Ce découpage a été repris et complété par J. TROCHAIN (1940) et A. AUBRÉVILLE (1949), avec l'introduction de transitions tout en reconnaissant la difficulté de préciser leurs limites sur le terrain. F. WHITE (1986) décrira la bande sahélienne dans son ensemble comme une vaste zone de transition régionale où la végétation ligneuse très pauvre est composée pour l'essentiel par des acacias et le tapis herbacé par des Poacées et des légumineuses ubiquistes.

Une telle approche par zonation bioclimatique a été facilitée par une "*coïncidence supposée*" (F. ALEXANDRE, 2008) au niveau spatial entre les paysages décrits et les classes pluviométriques correspondantes. Pourtant, des années 1950 à aujourd'hui, la pluviosité ouest-africaine a connu des fluctuations importantes qui ont fortement modifié la répartition spatio-temporelle des précipitations. Dans le Ferlo, la crise de la pluviosité s'est surtout manifestée par une translation des isohyètes vers le sud et une baisse importante des quantités précipitées annuellement depuis le début des années 1970. En effet, l'histoire climatique récente de cette partie du Sénégal révèle qu'entre 1931 et 1960, l'isohyète 600 mm coupait la région du Ferlo en deux, les pluies étant supérieures à ce seuil au sud, alors que dans la partie nord, elles étaient comprises entre 500 et 600 mm. Ces trois décennies apparaissent ainsi bien humides au regard de la situation qui prévaut actuellement. À partir des années 1970, il est noté une translation des isohyètes 400 mm et 500 mm vers le sud, la valeur de 600 mm de pluie n'étant plus atteinte dans le sud du Ferlo. Au nord, l'isohyète 300 mm qui jusque-là ne concernait que le territoire mauritanien, fait son apparition au Sénégal. Cette péjoration de la pluviosité a eu des conséquences sur les récoltes et sur la disponibilité dans le temps et dans l'espace de la ressource fourragère exploitée par l'élevage transhumant, ce qui a renforcé la vulnérabilité des socio-écosystèmes locaux (A. FALL, 2014 ; K. NIANG *et al*, 2014). Cependant, depuis 2002, les quantités de pluie recueillies annuellement dans le Ferlo, comme dans d'autres régions sahéliennes d'Afrique de l'Ouest (A. BODIAN, 2014 ; C. FAYE *et al*, 2015), montrent une tendance à la hausse, sans toutefois atteindre les valeurs des années 1950. Cette amélioration renforce l'optimisme des sociétés rurales et alimente le débat sur le "*reverdissement du Sahel*" (S.E. NICHOLSON, 2005 ; L. OLSSON, 2005). Les études récentes concernant la végétation dans le Sénégal intérieur, entre le Ferlo et le Bassin arachidier, se sont orientées sur des questions de diagnostic (K. NIANG *et al*, 2014) ou de caractérisation des peuplements ligneux (O. NDIAYE *et al*, 2013 ; A.T. NDONG *et al*, 2015) avec des résultats qui montrent une hétérogénéité entre les différents sites du Ferlo (O. NDIAYE *et al*, 2013) et une pauvreté biologique consécutive à la régression du tapis végétal qui a souffert des différentes épisodes de sécheresse des années 1970 et 1990 (M. DEDONCKER *et al*, 2015). Dans le Bassin arachidier, des stratégies paysannes (mise en défens, maintien du couvert arboré dans les champs, *etc*) continuent de fournir des résultats importants sur la capacité de la végétation à se régénérer (M. BADJI *et al*, 2014).

Malgré ces changements environnementaux majeurs, la lecture de l'organisation des paysages végétaux n'a pas véritablement été remise en question. Elle correspond pourtant à une conception de la "réalité" élaborée au début du siècle dernier (A. CHEVALIER, 1900 ; J. TROCHAIN, 1940, 1957 ; A. AUBRÉVILLE, 1949 ; F. WHITE, 1986), alors que le contexte biophysique, comme nous venons de l'exposer, n'est pas resté figé depuis. Par ailleurs, les dynamiques anthropo-systémiques à l'échelle micro-régionale et leur empreinte dans l'espace montrent que la situation qui prévaut aujourd'hui n'est plus comparable à celle qui existait lors

de ce découpage. Le paysage est avant tout, ici, l'expression de l'utilisation du sol que les populations développent actuellement dans les écosystèmes pour en tirer une partie des ressources dont elles ont besoin. Notre approche géographique de la complexité de ces interactions entre les sociétés humaines et les milieux biophysiques est centrée sur les concepts d'anthroposystème (C. LÉVÊQUE *et al*, 2000 ; J. ANDRIEU, 2008) et de système socio-écologique (C. FOLKE, 2007 ; Y. LAGADEUC et R. CHENORKIAN, 2009), qui suggèrent que l'on est passé de processus spontanés d'organisation et de fonctionnement des écosystèmes (P. BLANDIN, 1992), dominés par les interactions physique-vivant, à des processus dominés ou construits par l'homme.

Aujourd'hui, l'intérêt scientifique d'une réflexion sur un découpage des paysages végétaux dont la perfection n'apparaît que sur les cartes de végétation (F. ALEXANDRE, 2008), est lié à l'action des dynamiques socio-environnementales et spatiales qui se mettent en place dans des régions marquées par de multiples changements. Ainsi, si à l'échelle macro-régionale les paysages végétaux (très faiblement anthropisés) semblent suivre le gradient de la pluviosité, à l'échelle des sites (micro-régionale) la réalité serait tout autre. La lecture multi-scalaire que nous proposons a pour objectif de vérifier si des spécificités locales (produisant des mosaïques hétérogènes) et régionales remettent en question l'homogénéité des paysages en région sahélienne et leur zonation simple du nord vers le sud. À la transition phyto-climatique que nous nous proposons de réexaminer dans cet article, se superposent les activités anthropiques qui se sont adaptées aux différents changements intervenus dans les milieux. Cet article s'appuie en grande partie sur nos travaux de doctorat conduits entre 2010 et 2014 (A. FALL, 2014).

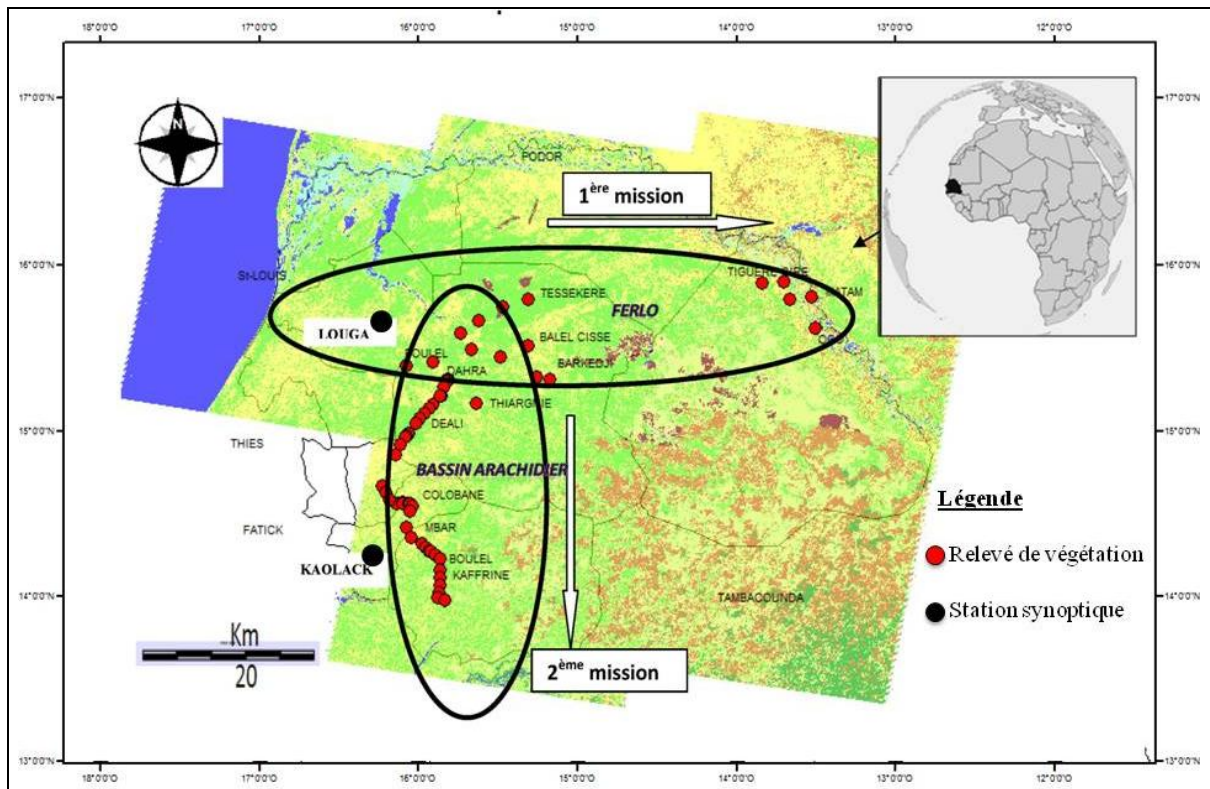
## II - MATÉRIEL ET MÉTHODE

La ressource que constitue la végétation, dans sa diversité floristique, a toujours été une condition fondamentale à la survie et au développement des anthroposystèmes (*cf.*, par exemple, F. ALEXANDRE et A. GÉNIN, 2012) dans le contexte sahélien où la saison humide, malgré sa durée relativement courte, rythme la vie rurale. Étudier cette ressource revient à s'interroger sur son organisation spatiale, ses particularités et sur l'incidence que les pratiques des sociétés rurales ont sur elle.

### 1 ) Le terrain

Le Ferlo (Fig. 1) se trouve au sud du bassin du fleuve Sénégal et fait partie intégrante de la zone sahélienne sénégalaise. Il appartient au bassin sénégal-mauritanien qui, au cours de son histoire géologique, a connu deux phases de transgression marine et deux épisodes continentaux (H.N. LE HOUÉROU, 1989). Le relief y est presque plat, à l'exception de la vallée fossile, et le climat est de type tropical semi-aride. Selon la classification de J.C. LEPRUN (1971) complétée par le CSE (2000), on rencontre différents types de sols selon les conditions bioclimatiques et géologiques :

- des sols iso-humiques (brun-rouge, subarides) dans le Ferlo septentrional et central, caractérisés par une texture sableuse, très pauvres en matière organique ;
- des sols ferrugineux tropicaux plus ou moins lessivés dans l'espace de transition entre le Ferlo et le nord du bassin arachidier ;
- des sols squelettiques et gravillonneux dans le sud-est du Ferlo ;



**Figure 1 - Localisation de la zone d'étude et des relevés effectués lors des deux missions de terrain, dans le Ferlo et du Ferlo au Bassin arachidier (A. FALL, 2014 – fond de carte : images Landsat).**

- des sols argileux dans les zones dépressionnaires (quelques secteurs inondables de la vallée fossile du Ferlo, les mares, etc.).

L'hydrographie locale est caractérisée en saison des pluies par la présence d'une multitude de petites mares endoréiques (D. ANDRÉ, 2008). Elles revêtent une importance capitale pour les activités pastorales dans le Ferlo, dans la mesure où elles permettent la rétention des eaux de pluie qui serviront, au moins saisonnièrement, à abreuver le bétail et à éviter le recours systématique à des forages.

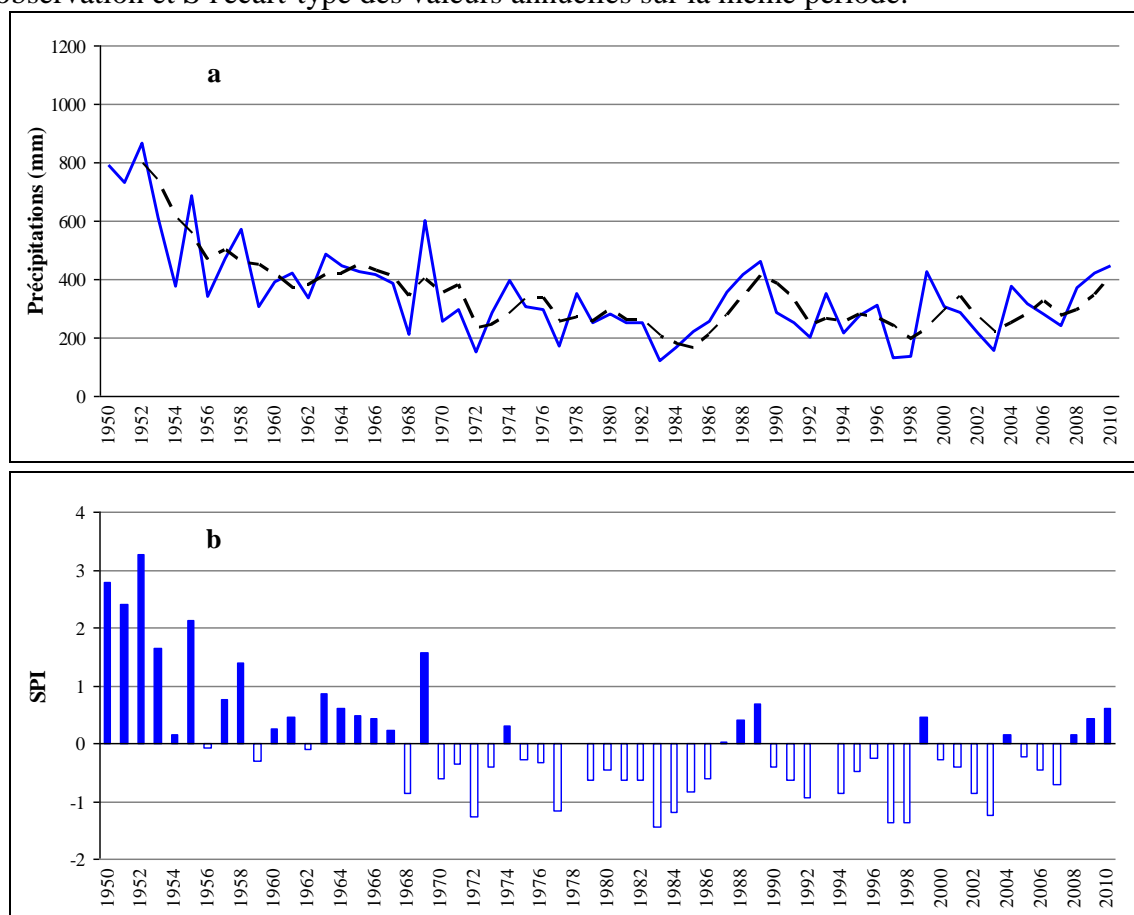
La pluviométrie moyenne annuelle augmente de 300 mm au nord à 500 mm au sud. Les données pluviométriques (Fig. 2-a et 3-a) des stations synoptiques de Louga et de Kaolack (Fig. 1) mettent en évidence, d'une part, une diminution des volumes totaux précipités annuellement des années 1950 à 2000 et, d'autre part, une opposition bien marquée entre une série d'années humides allant de 1950 à la fin des années 60, une période caractérisée par des phases de sécheresse récurrentes des années 70 à la fin du XX<sup>ème</sup> siècle, et une tendance à la faible reprise des pluies depuis le début du XXI<sup>ème</sup> siècle.

L'indice de précipitation normalisé (Standardize Precipitation Index – T.B. MCKEE *et al.*, 1993) confirme cette subdivision entre une période humide suivie d'une période sèche (Fig. 2-b et 3-b). Cet indice est calculé de la manière suivante :

$$SPI = (P_i - P_m) / S$$

où  $P_i$  représente les pluies de l'année  $i$ ,  $P_m$  les pluies annuelles moyennes sur la période

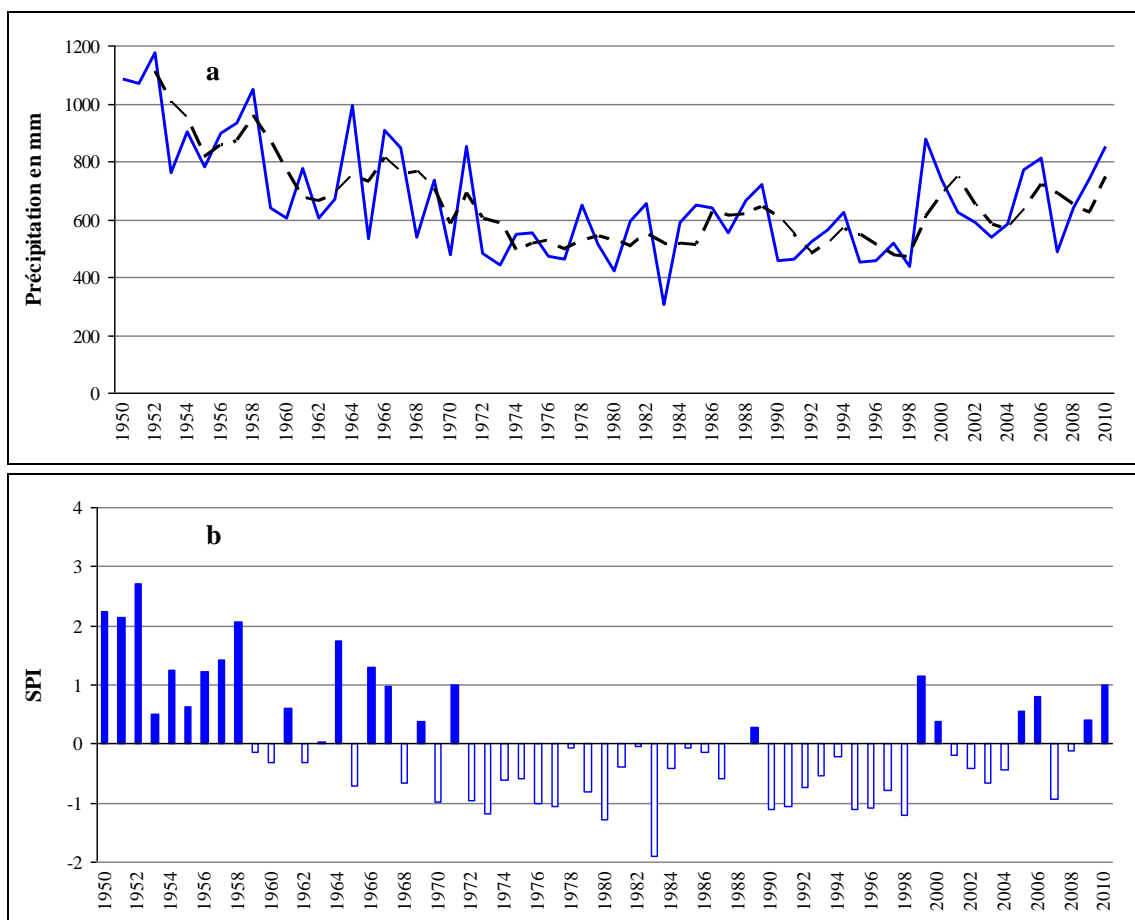
d'observation et S l'écart-type des valeurs annuelles sur la même période.



**Figure 2 - Station de Louga : a/ précipitations annuelles (trait plein) et moyennes mobiles sur trois ans (en tiretés) et b/ indice standardisé des précipitations entre 1950 et 2010.**

La décennie 1980 s'est montrée particulièrement déficitaire, en particulier l'année climatique 1983-84, qui reste dans la mémoire des populations du Ferlo.

Comme dans la plupart des régions sahéliennes, la végétation soumise à ces conditions climatiques prend la forme d'une savane sèche ou d'une steppe, qui alterne avec des secteurs dunaires. Les épineux, mieux adaptés morphologiquement, y survivent plus facilement que d'autres espèces. Une partie importante de cette région fragile a été aménagée en réserves sylvo-pastorales exploitées par les éleveurs Peuls transhumants. Elles s'appuient sur un réseau de forages qui structure la pratique de la transhumance dans le Ferlo. Les premiers qui furent installés dans la zone étaient l'œuvre de l'administration coloniale (M. DUPIRE, 1957). Mais les motivations de celle-ci étaient d'ordres militaire et politique. En effet, les premiers forages devaient permettre aux colons de fixer les Peuls pour pouvoir les contrôler. Ces aménagements hydrauliques ont tous une incidence directe sur la pratique de l'élevage transhumant qui est de plus en plus supplanté par un "micro-nomadisme" qui s'effectue entre les campements permanents, les pâturages et les forages. Installés le plus souvent dans le village chef-lieu de la communauté rurale, ils ont pour vocation de rapprocher davantage les éleveurs de la ressource hydrique (J. W. SUTTER, 1987 et V. ANCEY *et al*, 2008).



**Figure 3 - Station de Koualack : a/ précipitations annuelles (trait plein) et moyennes mobiles sur trois ans (en tiretés) et b/ indice standardisé des précipitations entre 1950 et 2010.**

## 2 ) Analyse de la variation de la flore le long d'un gradient bioclimatique

Le principe de cette analyse repose sur l'exploration d'une *strate de variation climatique* le long d'une ligne-échantillon. Ce concept théorisé par M. LECOMPTÉ (1986) permet une spatialisation de la variation climatique le long d'un gradient, en l'occurrence ici celui de la pluviosité, dont l'augmentation du nord au sud est censée structurer les activités agropastorales et la flore. Cette ligne-échantillon, qui constitue le soubassement de notre transect nord-sud, met en évidence, en fonction du champ pluviométrique et des pratiques anthropiques, un défilement des espèces, pour la plupart ligneuses, selon leur *optimum* écologique.

## 3 ) Collecte des données floristiques et écologiques

La récolte des données floristico-écologiques sur la zone d'étude (Tab. I) a été effectuée lors de deux missions de terrain (octobre-novembre 2010, et novembre 2012) qui ont permis d'étudier la végétation le long de deux bandes d'orientations différentes (Fig. 1). Lors de la première mission axée sur l'évaluation de la ressource fourragère dans le Ferlo, il a été choisi d'étudier, suivant une orientation ouest-est, un ensemble de villages et de campements échelonnés entre Dahra à l'ouest du Ferlo et la région de Matam dans la vallée du fleuve Sénégal,

en traversant la commune rurale de Tessékéré, le cœur de la zone des Six Forages et la vallée fossile du Ferlo. Cette orientation du transect avait pour but de faire ressortir l'opposition anthro-systémique présente dans le Ferlo, où les villages wolofs occupent la partie occidentale et les peuls la partie orientale, configuration socio-spatiale qui a des incidences sur la couverture végétale dans la mesure où le système wolof d'exploitation des ressources naturelles est axé essentiellement sur l'agriculture et celui des Peuls sur le pastoralisme. Au cours de la seconde mission, notre échantillonnage s'est appuyé sur un long transect orienté par le gradient bioclimatique nord-sud entre Tessékéré (au nord) et Kaffrine (au sud) (Tab. II), sur une distance d'environ 200 km, à raison d'un point d'arrêt tous les cinq kilomètres, dans le village le plus proche du transect (en raison de l'objectif de couplage entre les relevés botaniques et les enquêtes auprès des communautés rurales). Cette logique répondait à la volonté de suivre le gradient phyto-climatique, donc la variation des paysages suivant le gradient de la pluviosité. En effet, nous sommes dans un milieu où la ressource hydrique présente une importance capitale pour toute activité biologique ou socio-économique. La distribution spatio-temporelle de la pluviosité influence profondément les systèmes socio-écologiques. La transhumance exploitant la ressource fourragère, suit ce gradient bioclimatique en saison sèche (déplacement en direction du sud et du sud-est, respectivement vers le Bassin arachidier et le Sénégal oriental) comme en saison humide (retour dans le Ferlo) (A. FALL, 2014).

**Tableau I - Fiche synthétique pour le relevé des données socio-écologiques.**

<p>Localisation du site : (coordonnées géographiques GPS)</p> <p>Relevé floristique : liste des espèces présentes dans une bande de 50 × 5 m</p> <p>Relevé structural le long d'une ligne sans épaisseur de 50 m de long</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Ligneux hauts (supérieur à 1,80 m) <ul style="list-style-type: none"> <li>o Recensement des individus</li> <li>o Marques de l'utilisation des arbres (émondage, broutages, coupes)</li> </ul> </li> <li>- Herbacées et ligneux bas <ul style="list-style-type: none"> <li>o Taux de recouvrement</li> <li>o Espèces dominantes</li> <li>o Structure horizontale (adapté de P. DAGET et J. POISSONET, 1971)</li> <li>o Marques d'abrouissement</li> <li>o Espèces cultivées</li> </ul> </li> <li>- Autres descripteurs du transect <ul style="list-style-type: none"> <li>o Topographie du site</li> <li>o Proximité village, campement, point d'eau, <i>etc.</i></li> <li>o Utilisation du sol (champs, jachères, <i>etc.</i>)</li> <li>o Types de sol</li> </ul> </li> </ul>
---

Les difficultés de déplacement ont contraint à infléchir à plusieurs reprises le transect, l'accessibilité des villages et campements permanents retenus ayant été prise en compte, ce qui en soi constitue un biais. Cela étant, l'uniformité du relief et l'espacement régulier des villages rend cet échantillon bien représentatif.

Chaque relevé porte sur une longueur de 50 m, le long de laquelle toutes les espèces présentes (herbacées et ligneuses) sont notées. La prise en compte de l'ensemble des espèces tout au long des deux bandes d'étude doit permettre, en croisant les données de végétation avec ce



**Tableau II - Villages et campements visités et relevés effectués dans le transect nord-sud.**

N°	Code	Village ou campement	N°	Code	Village ou campement	N°	Code	Village ou campement	N°	Code	Village ou campement	N°	Code	Village ou campement
1	DR	Dahra	26	KA1	Kadd	51	KD1	Kodiotele	76	MB1	Mbar	101	DH1	Diarhao
2	DR1	Dahra	27	KB	Kadd Baloji	52	NO	Ndourenne	77	MB2	Mbar	102	DH2	Diarhao
3	DR2	Dahra	28	KB1	Kadd Baloji	53	NO1	Ndourenne	78	TI	Tioumbo	103	CP	Campement
4	TA	Thiamène	29	KM	Keur Mandiaye	54	NO2	Ndourenne	79	TI1	Tioumbo	104	CP1	Campement
5	TA1	Thiamène	30	KM1	Keur Mandiaye	55	NO3	Ndourenne	80	DV	Dianvelli Alassane	105	BL	Bouel
6	NU	Ndouli	31	DK	Deka	56	KF	Keur Medina Fallou	81	DV1	Dianvelli Alassane	106	BL1	Bouel
7	NU1	Ndouli	32	DK1	Deka	57	KF1	Keur Medina Fallou	82	DV2	Dianvelli Alassane	107	BL2	Bouel
8	ND	Ndimène	33	DK2	Deka	58	CL	Colobane	83	PN	Panal	108	BL3	Bouel
9	ND1	Ndimène	34	KMM	Keur Matar Mbaye	59	CL1	Colobane	84	PN1	Panal	109	BP	Boul Peul
10	SG	Sagatta Dioloff	35	KMM1	Keur Matar Mbaye	60	CL2	Colobane	85	GL	Gniby Lambaye	110	BP1	Boul Peul
11	SG1	Sagatta Dioloff	36	BK	Bakoure Campement	61	KS	Keur Sambabane	86	GL1	Gniby Lambaye	111	BP2	Boul Peul
12	SG2	Sagatta Dioloff	37	BK1	Bakoure Campement	62	KS1	Keur Sambabane	87	GN	Gniby	112	SR	Sorokogne
13	NR	Ndrané	38	DL	Doli	63	DS	Darou Sagor	88	GN1	Gniby	113	SR1	Sorokogne
14	NR1	Ndrané	39	DL1	Doli	64	DS1	Darou Sagor	89	DI	Diolotène	114	KC	Keur Aliou Cissé
15	MD	Mbacké Dioloff	40	LY	Leyenne	65	DS2	Darou Sagor	90	DII	Diolotène	115	KC1	Keur Aliou Cissé
16	MD1	Mbacké Dioloff	41	LY1	Leyenne	66	DU	Darou	91	NA	Naoni	116	KN	Keur Sandao
17	LM	Loumbel	42	LY2	Leyenne	67	DU1	Darou	92	NA1	Naoni	117	KN	Keur Sandao
18	LM1	Loumbel	43	GR	Grinel	68	DU2	Darou	93	TM	Tiom	118	KN	Keur Sandao
19	TB	Touba Boustane	44	GR1	Grinel	69	DU3	Darou	94	TM1	Tiom	119	KFN	Kaffrine
20	TB1	Touba Boustane	45	GV	Grinel Village	70	DU4	Darou	95	DG	Diouni Guel	120	KFN1	Kaffrine
21	TB2	Touba Boustane	46	GV1	Grinel Village	71	BM	Bountou Mbar	96	DG1	Diouni Guel	121	KFN2	Kaffrine
22	DE	Déali	47	TP	Tip	72	BM1	Bountou Mbar	97	DG2	Diouni Guel	122	K6	Kilomètre 6
23	DE1	Déali	48	TP1	Tip	73	NY	Ndiayenne	98	TO	Torodo	123	K61	Kilomètre 6
24	DE2	Déali	49	TP2	Tip	74	NY1	Ndiayenne	99	TO1	Torodo	124	K62	Kilomètre 6
25	KA	Kadd	50	KD	Kodiotele	75	MB	Mbar	100	DH	Diarhao			



que nous connaissons de la qualité fourragère des espèces (G. BOUDET, 1984), d'établir l'état de la ressource indispensable à la poursuite des activités pastorales. Un autre objectif, plus spécifique à la seconde mission, consiste à faire ressortir la transition phyto-climatique suivant le gradient nord-sud, entre le domaine sahélien et le domaine soudano-sahélien. L'une des justifications pour prendre en compte aussi bien la flore ligneuse que la flore herbacée dans les relevés, est qu'elles sont toutes deux potentiellement utilisées comme ressources fourragères (O. NDIAYE *et al*, 2013 ; K. NIANG *et al*, 2014).

Les deux campagnes de récolte de données floristiques et écologiques ont ainsi permis de réaliser 140 relevés de végétation dans le nord (Tessékéré) et le centre (Sud Kaffrine) du Sénégal. L'ensemble des données floristiques a été entré dans un tableau de contingence, qui a servi pour les analyses statistiques. Les effectifs des espèces dans les relevés y sont exprimés par les taux de recouvrement (le taux de recouvrement est obtenu en divisant le nombre de points-contacts où une espèce a été observée par le nombre total de points-contacts, puis en multipliant le résultat par 100 pour obtenir le recouvrement en pourcentage). Au total, nous avons rencontré et identifié 93 espèces (classées en Annexe, avec des indications biologiques et les principales utilisations qui en sont faites). Parmi celles-ci, 56 sont des plantes herbacées et 37 des ligneuses. L'identification a été facilitée par la prise en compte des savoirs et usages locaux (noms vernaculaires et différentes utilisations des plantes). Nous avons eu par ailleurs recours à deux manuels de référence, pour la flore du Sénégal (J. BERHAUT, 1967) et plus globalement pour celle de l'Afrique de l'Ouest (M. ARBONNIER, 2002).

#### **4 ) Traitement des données**

La quantité importante d'informations à traiter (140 relevés et 93 espèces ligneuses et herbacées identifiées) nous a amené à nous appuyer sur des analyses statistiques. L'analyse multivariée, tout d'abord, permet de dégager les principales oppositions et de hiérarchiser l'information. Son utilisation en géographie ou en écologie est devenue classique et permet, d'une part, de traiter des données qualitatives ou quantitatives spatialisées (L. SANDERS, 1989) et, d'autre part, de montrer les variations floristiques ainsi que la structure horizontale de la végétation aussi bien sur de longs transects botaniques (F. ALEXANDRE et A. GÉNIN 2012) que sur un ensemble de relevés ponctuellement distribués (leur utilisation est ainsi fréquente en phytosociologie). L'analyse factorielle des correspondances (AFC), méthode factorielle de statistique descriptive multidimensionnelle (J.P. BENZECRI, 1973), permet d'analyser des tableaux de contingence croisant deux variables (les stations où ont été effectués les relevés et le recouvrement des espèces) et de faire *in fine* ressortir les éléments de ressemblance ou de divergence entre les différents profils floristiques et structurels d'une série de données botaniques. À notre échelle d'étude, l'AFC est utilisé pour mettre en évidence les ruptures ou les transitions spatiales, ce qui permet d'induire les facteurs participant à la répartition et à l'organisation de la végétation (J. ANDRIEU, 2008).

### **III - RÉSULTATS ET DISCUSSION : RICHESSE FLORISTIQUE DES PÂTURAGES À TRAVERS LES RELEVÉS DE VÉGÉTATION**

#### **1 ) Richesse floristique**

Du point de vue quantitatif, la richesse floristique spécifique dans chaque relevé peut constituer un indicateur intéressant de l'état de la biodiversité végétale et, partant, de la

ressource fourragère pastorale à l'échelle locale, dans la mesure où elle participe la productivité des pâturages (H.O. SANON, 2014). Elle s'obtient par la prise en compte de l'ensemble des espèces rencontrées dans les relevés. Selon P. DAGET et J. POISSONET (1991), une flore est dite :

- très pauvre, lorsqu'il y a moins de 10 espèces / relevé ;
- pauvre, lorsqu'il y a de 11 à 20 espèces / relevé ;
- moyenne, lorsqu'il y a de 21 à 30 espèces / relevé ;
- assez riche, lorsqu'il y a de 31 à 40 espèces / relevé ;
- riche, lorsqu'il y a de 41 à 50 espèces / relevé ;
- très riche, lorsqu'il y a plus de 51 espèces / relevé.

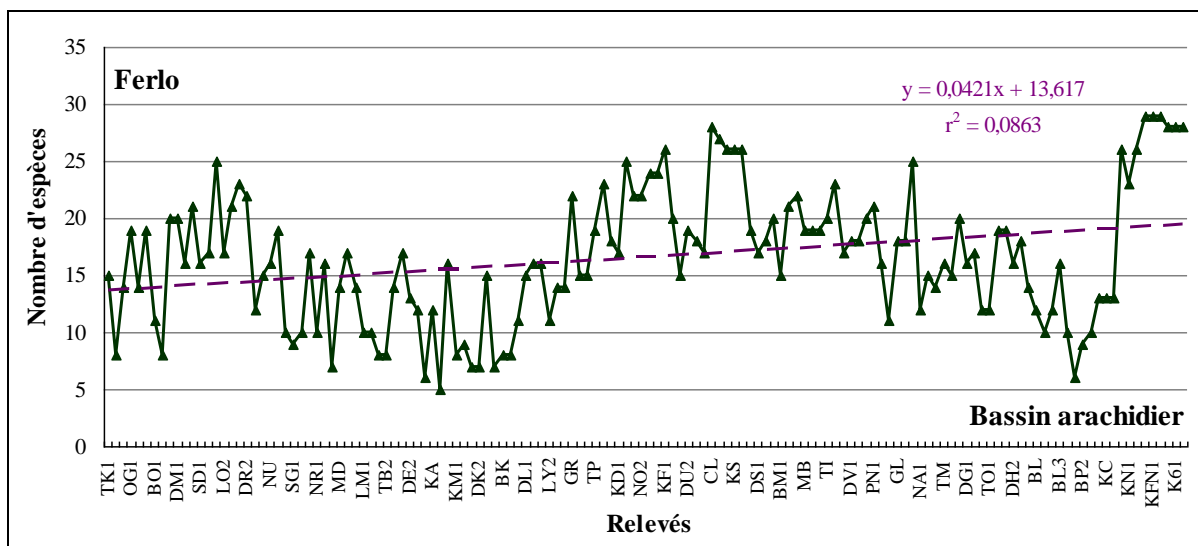
Appliquée à l'ensemble des observations de végétation, la méthode a permis de montrer que 77 % des relevés manifestent une pauvreté floristique (18 % sont très pauvres et 59 % pauvres) et que les autres 23 % atteignent une richesse floristique moyenne (Tab. III). Ainsi, du Ferlo au Bassin arachidier, la biodiversité végétale oscille entre 5 et 25 espèces (O. NDIAYE *et al.*, 2013). Les déterminants anthropiques et édaphiques induisent une certaine variabilité dans la composition de la couverture végétale, si bien que la richesse floristique n'obéit pas au gradient nord-sud, comme le montre l'absence de tendance linéaire significative (Fig. 4). Alors que les relevés dans le Ferlo sont globalement caractérisés par leur pauvreté botanique (Fig. 4), ceux de l'espace de transition en direction du Bassin arachidier comportent plus d'espèces et atteignent donc une richesse moyenne. Dans le Bassin arachidier, la présence de relevés pauvres est liée avant tout à une longue tradition d'exploitation agricole, avec des champs qui dominent l'étendue des paysages (Fig. 4). Les relevés présentant une richesse spécifique moyenne sont essentiellement localisés dans des terroirs de jachères, où la mise en repos de la terre favorise le développement de nombreuses espèces. Mais, dans tous les cas, l'importance de la richesse floristique doit être nuancée dans ce contexte sahélien où c'est plutôt la densité du couvert qui détermine la disponibilité de la ressource fourragère. La longue mise en pâturage de ce couvert végétal participe aussi à la diminution de la richesse floristique comme l'ont montré V. RAKOTOARIMANANA *et al.* (2008) dans le contexte sava-nien malgache.

**Tableau III - Richesse floristique des relevés.**

Nombre d'espèces	Niveau de diversité	Nombre de relevés	Pourcentage %
0-10	Très pauvre	25	18
11-20	Pauvre	83	59
21-30	Moyenne	32	23
31-40	Assez riche	0	0
41-50	Riche	0	0
Plus de 51	Très riche	0	0

## 2 ) Structure de la flore

Les valeurs propres de l'AFC (Tab. IV), toutes inférieures à 1, témoignent d'une faible différenciation, aussi bien selon l'axe horizontal (points-lignes : espèces) que selon l'axe vertical (points-colonnes : stations où ont été effectués les relevés). Au niveau du premier facteur, nous avons une valeur de 0,51, qui se détache un peu des valeurs obtenues pour les facteurs



**Figure 4 - Variation du nombre d'espèces par relevé le long de l'axe nord-sud.**

**Tableau IV - Valeurs propres et pourcentages d'inertie pour les cinq premiers facteurs de l'AFC.**

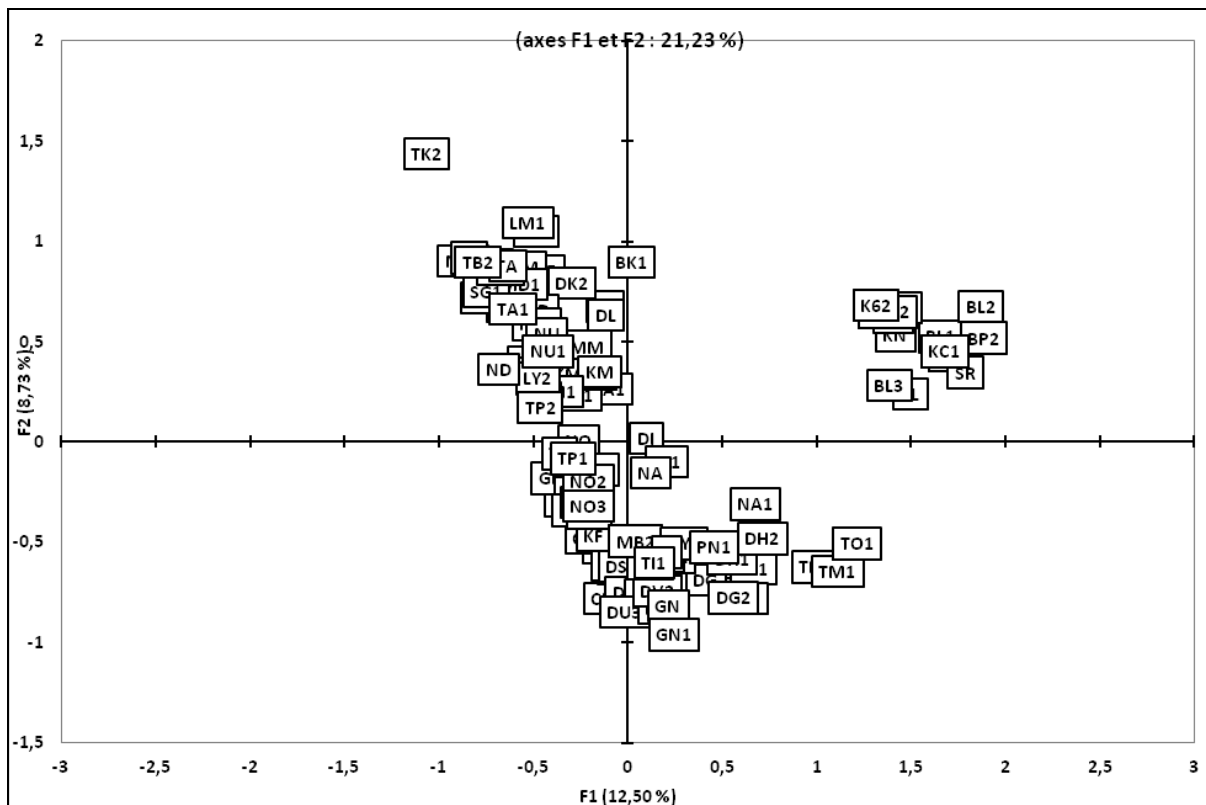
	F1	F2	F3	F4	F5
Valeurs propres	0,51	0,35	0,22	0,20	0,17
Inertie (%)	12,5	8,7	5,6	4,9	4,3
Inertie cumulée	12,5	21,2	26,8	31,7	36

suiuants F2 et F3 (0,35 et 0,22 respectiuelment). D'un point de uue spatial, cela montre que le nuage de points sera peu différencié, y compris par les premiers axes factoriels. Ce résultat est assez habituel pour des tableaux floristiques dans lesquels l'information est très dispersée. Les pourcentages d'inertie présentent des valeurs relativement proches à partir du deuxième axe factoriel : 12,5 % pour F1 ; 8,7 % pour F2 et 5,6 % pour F3. Ces trois premiers facteurs expriment 26,8 % de la variance totale du nuage de points.

J. ANDRIEU (2008) a montré que les pourcentages d'inertie restent faibles même lorsque l'on concentre l'information sur les espèces dont la fréquence d'apparition est supérieure à 3. La diminution régulière des valeurs propres et des pourcentages d'inertie semble en tout cas indiquer qu'aucun facteur régional fort ne s'impose vraiment aux autres. La projection de l'ensemble des relevés sur le premier plan factoriel est représentée sur la figure 5 et celle des espèces sur la figure 6. En dépit de la faiblesse des valeurs propres et des pourcentages d'inertie, le nuage de points des relevés apparaît bien structuré.

Si l'on considère d'abord la représentation des individus (les stations de relevé) afin d'en discerner l'organisation géographique (Fig. 5), on s'aperçoit que l'opposition est nette sur l'axe 1 entre les relevés situés dans le Ferlo (à la gauche de l'axe et autour de l'origine) et ceux qui marquent l'entrée dans le Bassin arachidier, lesquels s'égrènent de façon irrégulière à la droite de l'axe factoriel. La représentation des coordonnées sur le premier axe des relevés ordonnés du nord au sud (Fig. 6) montre que, du côté des coordonnées positives, apparaissent les relevés effectués dans les villages de Boulel (BL3) Sorokogne (SR, SR1), Keur Aliou

Cissé (KC, KC1), Kaffrine (KFN, KFN1, KFN2), Kilomètre Six (K6, K61, K62), Torodo (TO, TO1), Panal (PN) Dianvelli Alassane (DV1), Diarhao (DH), Diouni Guel (DG) et Boul Peul (BP BP1 BP2). À l'inverse, les relevés les plus septentrionaux, dans le Ferlo, sont tous du côté des valeurs négatives. La différenciation régionale est donc nette entre les relevés du Ferlo et ceux du Bassin arachidier. Le premier axe peut être interprété comme l'axe représentant la réponse de la flore au gradient pluviométrique décroissant du sud au nord, avec l'élimination des espèces les plus exigeantes du point de vue hydrique.



**Figure 5 - Projection des stations de relevé sur le premier plan factoriel.**

Sur cette figure, comme sur les figures 7, 8 et 9, les codes indiqués dans le texte ne sont pas tous lisibles à cause de la superposition des étiquettes. La signification des étiquettes est donnée dans l'annexe.

La projection des espèces sur le premier plan factoriel (Fig. 7) confirme cette distribution de la flore suivant le gradient croissant nord-sud de la pluviosité, bien que le nuage de points soit faiblement structuré. En effet, on y remarque aussi une différence assez nette entre les espèces très dépendantes des apports pluviométriques qui sont dominantes dans le Ferlo (pour l'essentiel des herbacées annuelles) et celles liées à une plus forte pluviométrie présentes dans le Bassin arachidier (les ligneux *Xeroderris stuhlmannii*, *Bombax costatum*, *Anacardium occidentale*, *Borassus flabellifer*, *Dichrostachys cinerea*, *Cordyla pinnata*, *Sclerocarya birrea*, le sous-ligneux *Sesbania pachycarpa* et les herbacées *Diheteropogon hagerupii*, *Schizachyrium exile*).

Le second axe oppose entre eux des relevés effectués dans le sud de la bande d'étude : les relevés faits à Sorokogne (SR), Keur Sandao (KN), Keur Aliou Cissé (KC) et Kaffrine (KFN)

sont du côté des coordonnées positives, alors que ceux effectués à Torodo (TO), Boule

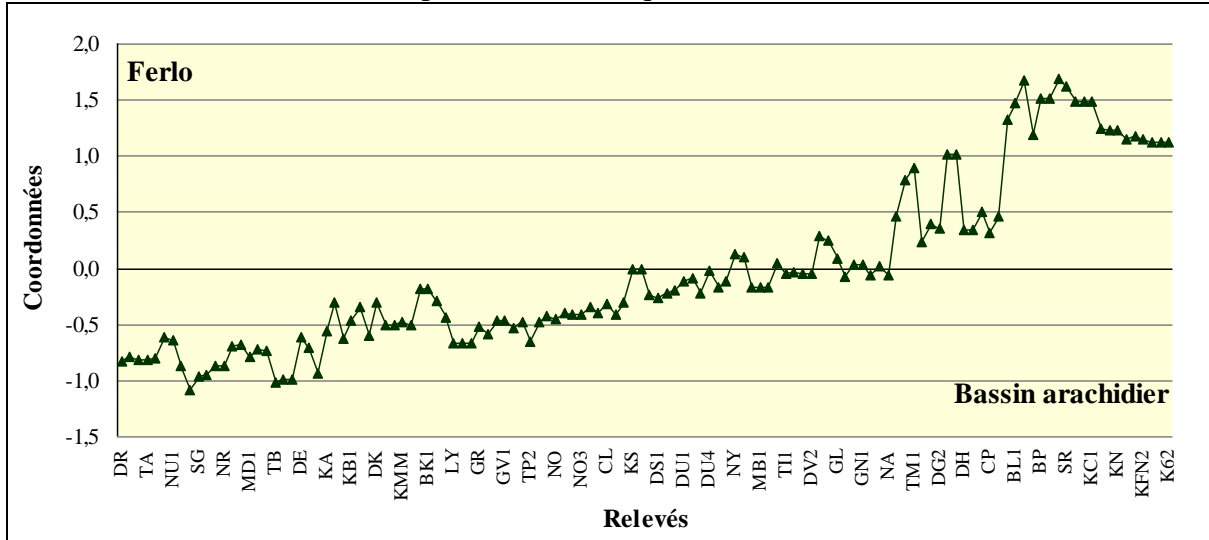


Figure 6 - Coordonnées des relevés sur l'axe 1, par ordre de positionnement le long du transect (du nord : Ferlo, au sud : bassin arachidier).

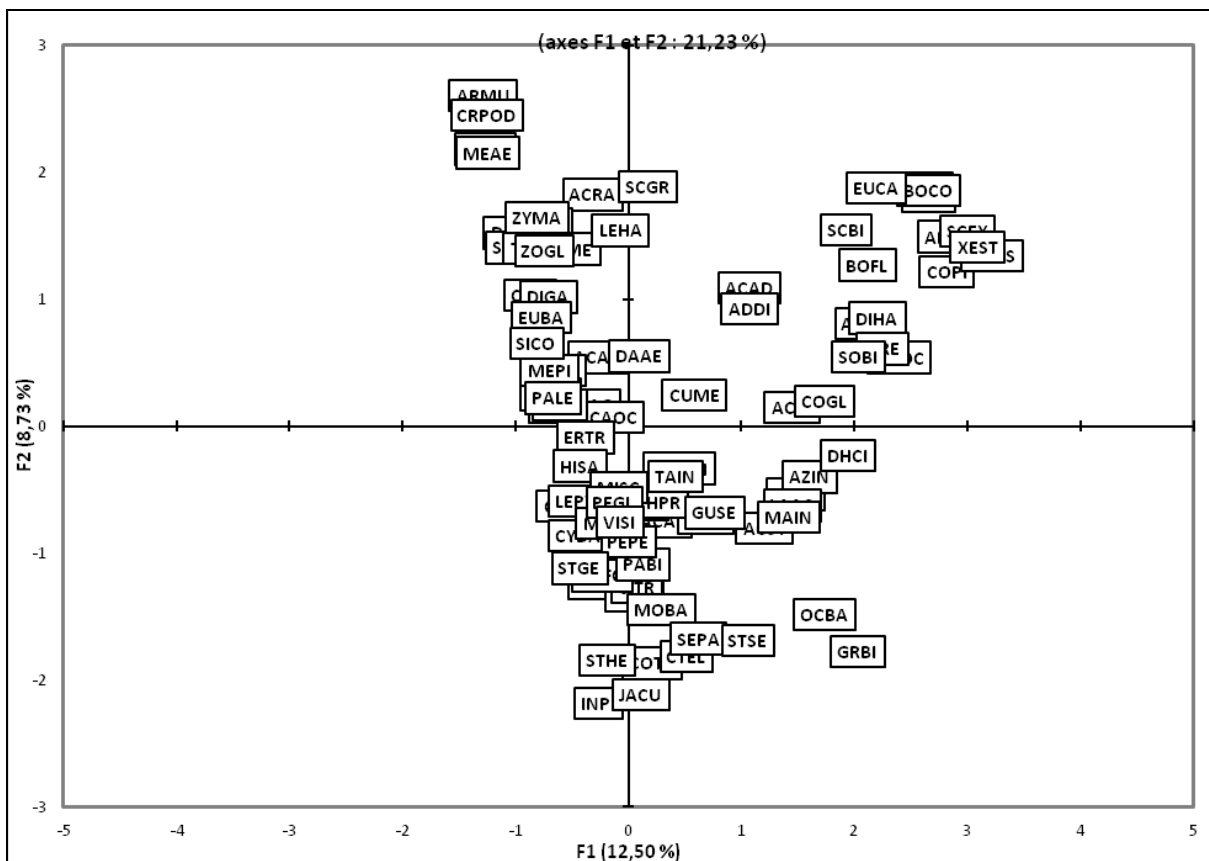


Figure 7 - Projection des espèces sur le premier plan factoriel.

(BL), Panal (PN), Kilomètre Six (K6) et Boul Peul (BP) sont du côté des coordonnées négatives. Si l'on se réfère à la représentation des espèces par rapport au deuxième axe factoriel (Fig. 7), cela correspond à l'opposition entre la flore rencontrée dans les jachères et celle

trouvée dans les champs cultivés à proximité des villages.

La projection sur le deuxième plan factoriel des relevés (Fig. 8) et des espèces (Fig. 9) apporte quelques éléments complémentaires. Dans les deux cas, l'axe 3 montre aussi une opposition, pas très nette, entre les relevés du Ferlo nord (centré autour de l'origine et dans les valeurs négatives) et ceux au nord du Bassin arachidier et dans l'espace de transition (dans les valeurs positives). Cet axe 3 peut être interprété comme le poids des activités anthropiques, en ce qu'il fait ressortir la transition anthropo-systémique entre le domaine pastoral du Ferlo et celui agricole du bassin arachidier.

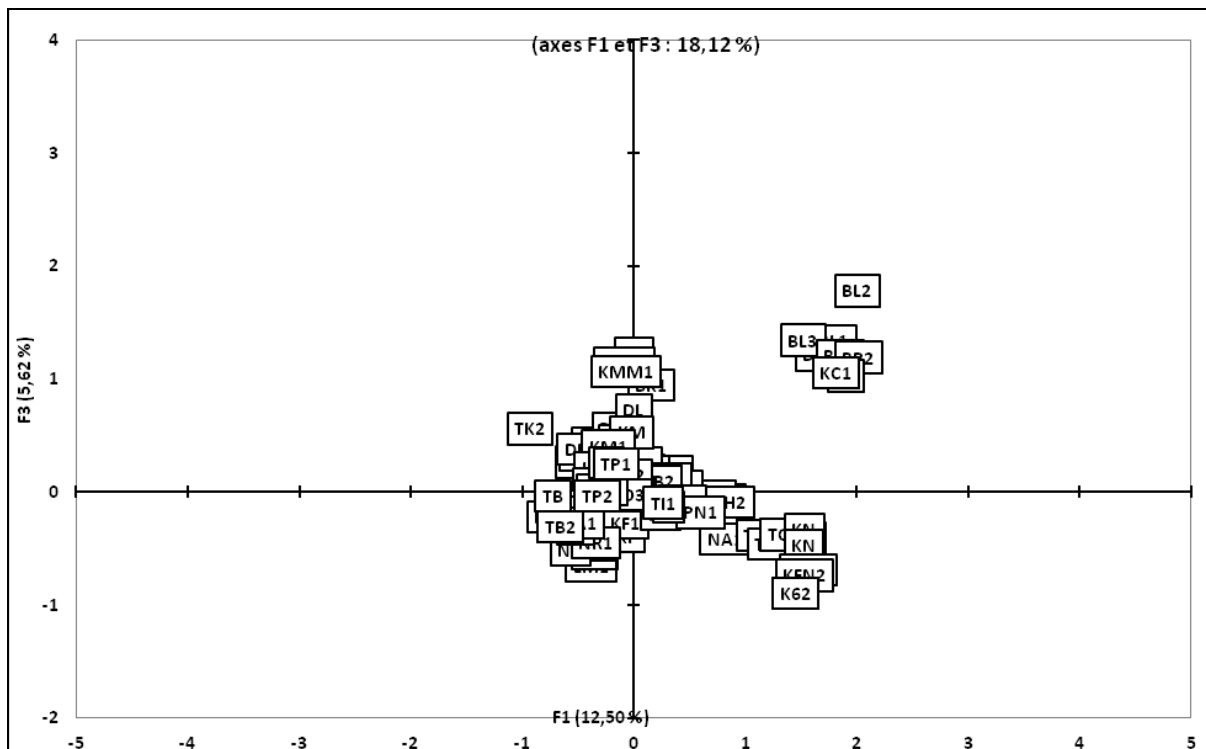


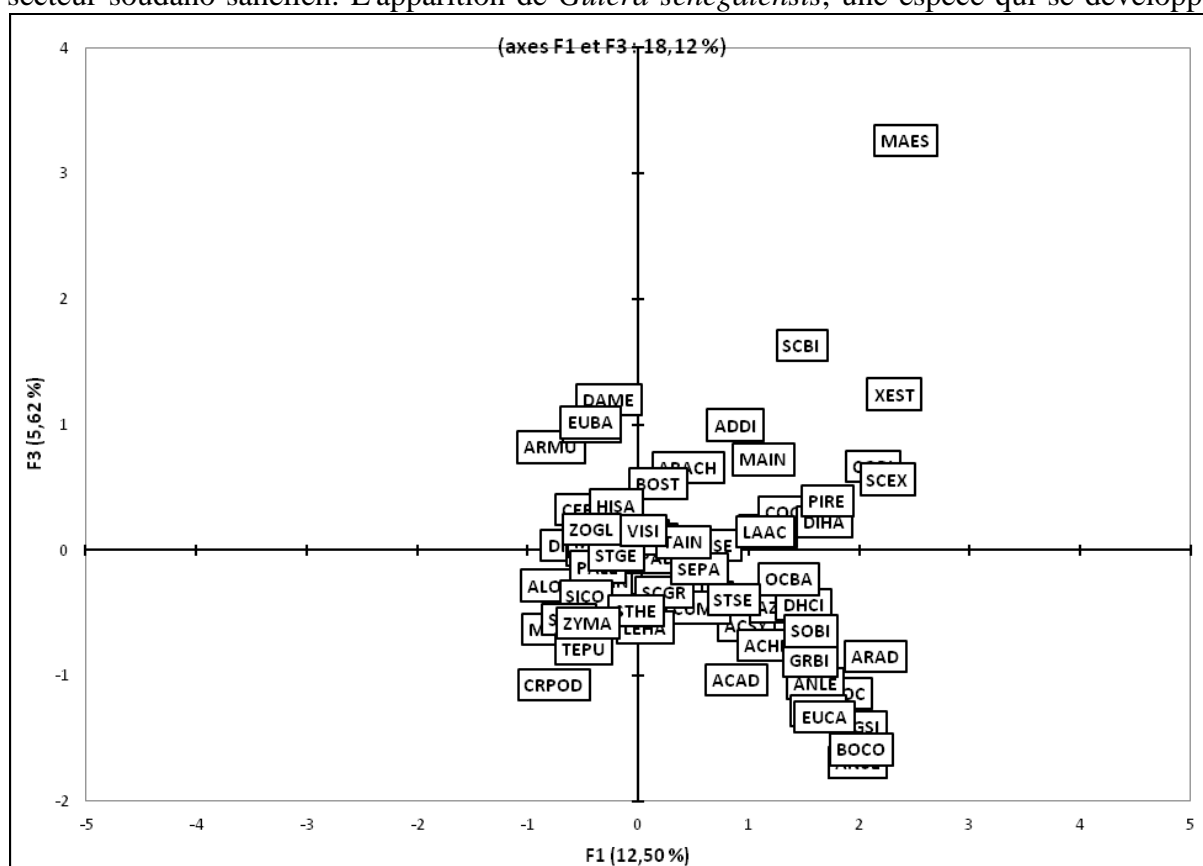
Figure 8 - Projection des stations de relevé sur le deuxième plan factoriel.

La représentation des espèces sur ce second plan factoriel (Fig. 9) fait, elle-aussi, ressortir cette opposition entre, d'une part, le Ferlo, espace de transhumance où les espèces annuelles, ressources sur laquelle s'appuie en partie l'activité de la transhumance, sont bien discriminées (valeurs négatives de l'axe 3), et, d'autre part, le nord du Bassin arachidier, où le poids des activités agricoles se traduit par la dominance des espèces cultivées (valeurs positives de l'axe 3) telles que l'arachide (ARACH), le mil (PEGL), le sorgho (SOBI), le niébé (VISI), l'hibiscus (HISA) et des adventices accompagnatrices des espèces cultivées *Borreria radiata* (BORA), *Crotalaria retusa* (CRRE) et *Momordica balsamina* (MOBA).

La distribution de la présence des espèces ligneuses (Tab. V) par rapport au gradient nord-sud, se fait suivant le modèle des "groupes imbriqués en écailles" (M. GODRON, 1967). Les "groupes" se chevauchent jusqu'aux limites de leur optimum écologique. Leur dépendance aux apports annuels de la pluviométrie explique leur disparition ou apparition suivant le gradient climatique. Parmi les espèces sahéliennes, si *Boscia senegalensis* et *Ziziphus mauritiana* semblent se confiner dans la partie nord du transect nord-sud, *Balanites aegyptiaca* et



*Acacia raddiana*, en revanche, prolongent leur aire de répartition jusqu'aux limites sud du secteur soudano-sahélien. L'apparition de *Guiera senegalensis*, une espèce qui se développe



**Figure 9 - Projection des espèces sur le deuxième plan factoriel.**

rapidement dans des terroirs de jachères, marque l'entrée dans le Bassin arachidier. En allant plus au sud, *Sesbania pachycarpa*, *Lanea acida*, *Dichrostachys cinerea*, *Xeroderris stuhlmannii* (etc.) marquent de leur empreinte le domaine soudanien.

Établir le lien entre la composition floristique et la structure des paysages végétaux (Photos 1) est l'un des objectifs qui ont guidé la réalisation des relevés. À cet égard, comme nous l'avons vu, le gradient pluviométrique croissant du nord au sud se traduit par un *continuum* floristique. Mais qu'en est-il localement au niveau des zones écogéographiques du Ferlo et du Bassin arachidier ?

### **3 ) Interprétation des relevés du Ferlo et discussion**

Dans le Ferlo, zone de prédilection de la transhumance du bétail, dominent les formations herbacées annuelles qui constituent l'essentiel de la ressource pour le pâturage. Une espèce symbolise à elle seule cette prédominance des herbacées annuelles avec une présence remarquable dans de nombreux relevés du Ferlo. Il s'agit d'une Fabacée, *Zornia glochidiata* (ZOGL), caractéristique des sols à horizon superficiel sableux, comme les sols sableux des cordons dunaires. Elle se développe principalement entre les zones sahéenne et soudanienne, là où la pluviométrie annuelle est comprise entre 400 et 900 mm (J. BERHAUT, 1967). Elle est fréquente dans les jachères et dans les zones de pâturage. C'est une espèce particulièrement recherchée par les éleveurs et les pasteurs pour ses qualités nutritionnelles. J. TROCHAIN

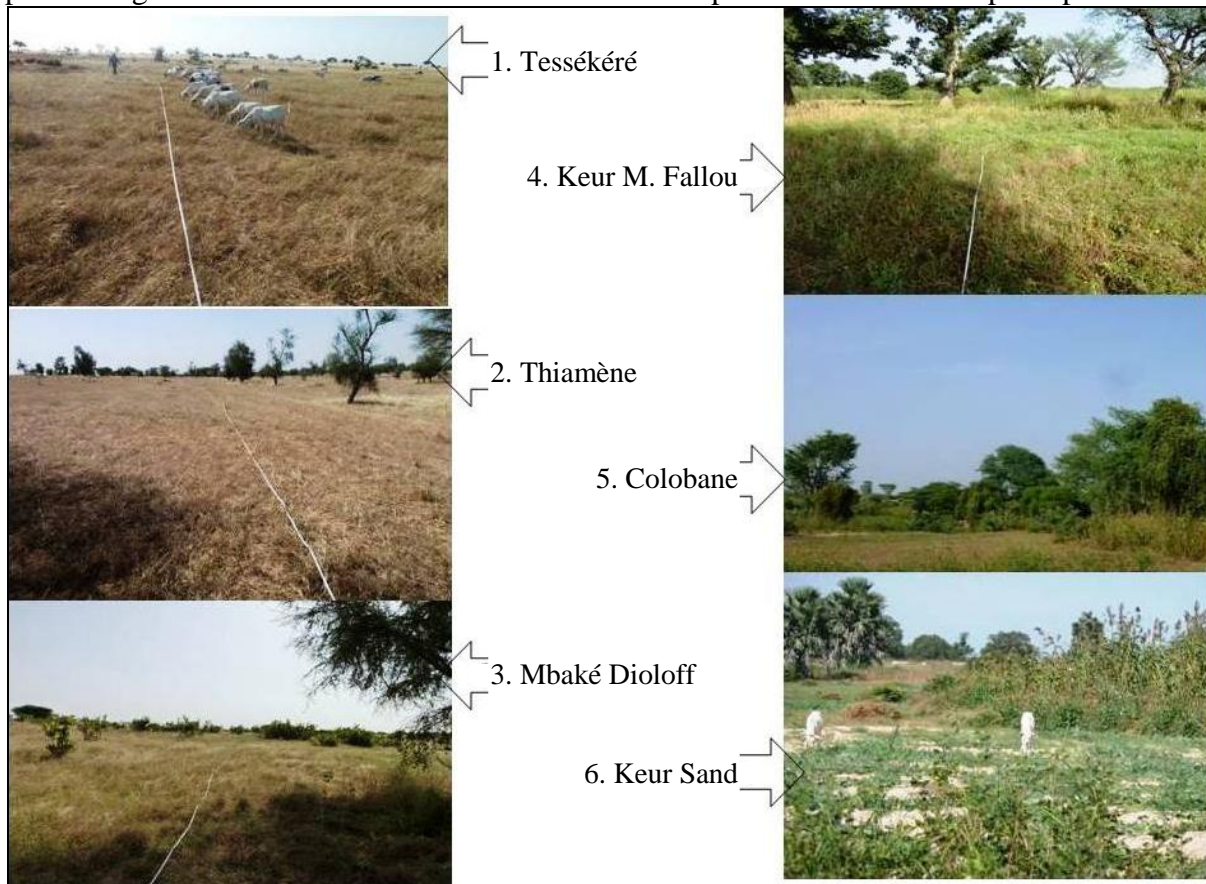
(1940) la décrivait comme "[l'une] des meilleures plantes fourragères des pays tropicaux, devenant d'ailleurs vivace à la suite du broutage, et qui mériterait d'être cultivée". Zornia

**Tableau V - Distribution le long du transect des espèces ligneuses et sous-ligneuses.**

Espèces	Nord	Sud
<i>Acacia raddiana</i>	-----	-----
<i>Balanites aegyptiaca</i>	-----	-----
<i>Boscia senegalensis</i>	-----	-----
<i>Euphorbia balsamifera</i>	-----	-----
<i>Zyzyphus mauritania</i>	-----	-----
<i>Leptadenia pyrotechnica</i>	-----	-----
<i>Acacia senegal</i>	-----	-----
<i>Azederichta indica</i>	-----	-----
<i>Calotropis procera</i>	-----	-----
<i>Anogeissus leiocarpus</i>	-----	-----
<i>Acacia seyal</i>	-----	-----
<i>Parkia biglobosa</i>	-----	-----
<i>Acacia adansonii</i>	-----	-----
<i>Dichrostachys cinerea</i>	-----	-----
<i>Aphania senegalensis</i>	-----	-----
<i>Eucalyptus camaldulensis</i>	-----	-----
<i>Guiera senegalensis</i>	-----	-----
<i>Combretum glutinosum</i>	-----	-----
<i>Adansonia digitata</i>	-----	-----
<i>Sclerocarya birrea</i>	-----	-----
<i>Tamarindus indica</i>	-----	-----
<i>Acacia albida</i>	-----	-----
<i>Jatropha curcas</i>	-----	-----
<i>Piliostigma reticulata</i>	-----	-----
<i>Aphania senegalensis</i>	-----	-----
<i>Sesbania pachycarpa</i>	-----	-----
<i>Borassus flabellifer</i>	-----	-----
<i>Acacia ataxacantha</i>	-----	-----
<i>Lannea acida</i>	-----	-----
<i>Anacardium occidentale</i>	-----	-----
<i>Mangifera indica</i>	-----	-----
<i>Sterculia setigera</i>	-----	-----
<i>Cordyla pinnata</i>	-----	-----
<i>Grewia bicolor</i>	-----	-----
<i>Xeroderris stuhlmannii</i>	-----	-----
<i>Bombax costatum</i>	-----	-----

*glochidiata* est souvent accompagnée par des Poacées (*Ctenium elegans*, CTEL ; *Digitaria gayana*, DIGA ; *Cenchrus biflorus*, CEBI ; *Alysicarpus ovalifolius*, ALOV ; *Eragrostis tremula*) et des Rubiacées (*Mitracarpus scaber*, MISC, et *Borreria radiata*, BORA) (Photos 2). La distribution de ces espèces est conditionnée par l'abondance des pluies et par la nature des sols, comme l'ont également observé S. Cissé *et al* (2015). Sur les versants dunaires aux sols sableux pauvres (ou en voie d'appauvrissement) et sur les terrains dégradés par des systèmes d'exploitation extensive, des Poacées telles que *Cenchrus biflorus* (CEBI – le "cram-cram") et *Tragus berteronianus* (STBE) se développent jusqu'à occuper de vastes superficies. On les retrouve aussi dans des champs en voie d'abandon, car devenus improductifs après des décennies de culture (monoculture du mil, souvent). Dans les relevés réalisés dans le Ferlo central où les villages wolofs sont plus nombreux, les espèces

cultivées ont un poids relativement important. Les activités agricoles sont toujours dominées par une agriculture vivrière d'autosubsistance. Les espèces cultivées sont principalement le



**Photos 1 - Du nord au sud : la variation paysagère entre le Ferlo et le Bassin arachidier.**

[Clichés : A. FALL, 2012]

mil (*Pennisetum glaucum*) et le niébé (*Vigna sinensis*). L'arachide (*Arachis hypogaea*) y est très faiblement représentée, les exigences en eau de la plante n'étant plus couvertes et les sols étant trop pauvres pour elle. La pauvreté de ces populations rurales ne facilite pas l'accès aux techniques qui permettraient de cultiver d'autres céréales, en particulier le riz, qui est une base de l'alimentation de la majorité de la population sénégalaise. Il serait pourtant cultivable en pluvial dans les cuvettes et bas-fonds (nombreux dans la zone), comme c'est le cas actuellement dans le sud-est du Bassin arachidier.

Les espèces ligneuses présentes dans le Ferlo sont adaptées au climat sahélien. Le couvert ligneux est généralement faible, les arbres, souvent épineux et au feuillage caduque, restant peu nombreux comme cela a été montré par O. NDIAYE *et al.*, (2013). Deux espèces sont particulièrement représentatives de cet écosystème particulier : *Balanites aegyptiaca* et *Acacia raddiana*. Le couvert arboré, aux arbres aujourd'hui dispersés, a été supplanté (est-ce un effet des sécheresses répétées ?) par une strate de buissons et d'arbustes, constat rejoignant celui de A.T. NDONG *et al.* (2015). Dans cette strate, dominent les bosquets de *Boscia senegalensis* (BOSE), le *Ndiandame* des Wolofs, une Capparacée très résistante à la sécheresse et bien adaptée à ce contexte climatique particulier. *Boscia senegalensis*, présente surtout dans la partie septentrionale de la bande d'étude (de Tessékéré à Dahra), marque de son empreinte le paysage, alors que plus au sud on entre dans l'aire de prédilection d'*Acacia raddiana*, comme

l'avait décrit J. TROCHAIN (1940) qui avait, à partir de relevés faits dans la zone (à une dizaine de km au sud de Dahra), dressé le tableau d'une savane arborée à dominance de *Balanites*



**1. Dahra** : pâturage à *Zornia glochidiata*. Le tapis herbacé est déjà complètement brouté par le bétail à cette période de l'année (novembre 2012), ce qui montre la pression s'exerçant sur la ressource fourragère et sur un sol qui ne peut se reconstituer.



**2. Doli** : pâturage à *Schoenfeldia gracilis* sur une topographie dunaire où la densité des ligneux (*Acacia raddiana*, *Balanites aegyptiaca*...) est assez forte. La quantité de fourrage disponible en novembre reste importante.



**3. Tessékéré** : pâturage à *Zornia glochidiata* et *Schoenfeldia gracilis*. Le tapis herbacé est encore dense, quoique brouté par le bétail. La couverture ligneuse est très faible.



**4. Sagatta Djoloff** : pâturage à *Schoenfeldia gracilis*. Peu de ligneux (*Acacia raddiana* et *Balanites aegyptiaca*, principalement), mais tapis herbacé assez dense.

**Photos 2 - Quatre sites de pâturage dans le Ferlo : Dahra, Doli, Tessékéré et Sagatta Djoloff.** [clichés : A. FALL, 2012]

*aegyptiaca* et d'*Acacia raddiana*. Les résultats de nos analyses ainsi que les observations faites *in situ* montrent que cette savane arborée a évolué depuis vers des formations steppiques à couvert ligneux plus épars et moins diversifiées du point de vue biologique.

Comme dans la partie nord, la steppe arbustive du sud du Ferlo est de plus en plus colonisée par les bosquets de *Boscia senegalensis*, qui disputent l'espace aux derniers représentants de l'ancienne savane arborée. Le surpâturage, les pratiques agricoles extensives et la récurrence des années sèches ont eu, en effet, par endroit, des conséquences négatives sur ce couvert végétal, comme l'ont démontré O. NDIAYE *et al.*, (2013) et K. NIANG *et al.* (2014). La disparition progressive de *Balanites aegyptiaca* et d'*Acacia raddiana* constitue ainsi un indicateur de cette dégradation des ressources naturelles.

**4 ) Interprétation des relevés du Bassin arachidier et discussion**

La rupture avec la partie nord, sahélienne et pastorale, apparaît avec le basculement vers un anthroposystème wolof très agraire, où l'essentiel des activités repose sur l'exploitation agricole des sols. C'est le domaine de prédilection de la culture de l'arachide. Cette activité est possible grâce à une pluviosité annuelle plus abondante que dans le Ferlo. L'espèce la plus représentée est, sans surprise, l'arachide (*Arachis hypogaea*), base de l'économie locale. La majeure partie des relevés de ce secteur ont été effectués sur des champs déjà récoltés, transformés en cette période de l'année en zones de pâture pour le bétail, qui consomme les fanes d'arachide et d'autres résidus des cultures.

C'est à la faveur de la colonisation que l'arachide a fait son apparition dans le milieu tropical africain et s'y est bien acclimatée. Son importance socio-économique se lit à travers les diverses utilisations que les sociétés humaines en font.

La morosité du marché international de l'arachide a aujourd'hui un impact négatif sur la commercialisation des récoltes, qui ne cessent donc de baisser (K. NOBA *et al*, 2014). Mais la graine d'arachide, qui entre dans la préparation de différentes préparations culinaires, est l'un des produits agricoles les plus consommés au Sénégal. De plus, ses résidus (fanés, plantes sur pied, feuilles, produits après trituration) constituent d'excellents pâturages et compléments alimentaires pour le bétail, comme l'a aussi observé M. SIDIBÉ, (2005) .

Les produits de trituration sont aussi utilisés par les pasteurs pour engraisser le bétail ou pour couvrir les besoins pendant la période de soudure. Dans le Bassin arachidier, où les systèmes d'exploitation agricole associent l'agriculture et l'élevage, ce fourrage fondé sur l'arachide sert avant tout à nourrir les bêtes d'attelage, nos résultats rejoignant ceux de M. SIDIBÉ (2005). En effet, contrairement au Ferlo, les paysans du bassin arachidier ont une longue tradition d'utilisation des bovins et des chevaux dans les champs et dans le transport des produits agricoles ou autres (bois, fourrage, *etc.*).

L'agriculture vivrière est également très présente dans le Bassin arachidier. Le niébé, le sorgho et le mil constituent, avec le riz, la base alimentaire des paysans de cette partie du Sénégal et les analyses factorielles ont montré leur poids (exception faite du riz) dans les relevés effectués dans le Bassin arachidier. Leur association avec l'arachide dans les champs, est une forme de sécurisation alimentaire. L'essentiel de la production est destinée à la consommation des familles, alors que la commercialisation de l'arachide assure aux paysans des revenus monétaires qui peuvent servir entre autres à augmenter la taille des troupeaux, moderniser l'outil de production ou diversifier les ressources alimentaires (achat de riz par exemple). Par ailleurs, ces plantes fournissent également un pâturage apprécié par le bétail. Les villageois, après la récolte des gousses de niébé, ramassent les fanes qu'ils mettent au séchage pour servir de fourrage pendant la saison sèche. Dans certains villages, comme Dianvelli Alassane (DV) et Darou (DU), le manioc (*Manihot esculenta*, MAES), l'un des tubercules les plus consommés en Afrique de l'Ouest, est aussi associé aux cultures vivrières, quoique sur des portions de terres encore modestes.

Associées à ces espèces cultivées sur les relevés, les espèces herbacées annuelles les mieux représentées dans cette partie sud de la zone d'étude sont des Poacées très rudérales et une Fabacée, *Sesbania pachycarpa*, plante sous-ligneuse qui signale le changement de domaine bioclimatique. L'espèce ne se développe que dans les lieux relativement humides et bien arrosés où la pluviométrie dépasse 700 mm par an (J. BERHAUT, 1967). Une dernière espèce sahélo-soudanienne, *Schizachyrium exile*, une Poacée rudérale n'a été rencontrée que dans les



relevés situés tout au sud du Bassin arachidier, à Sorokogne (SR, SR1), Keur Aliou Cissé (KC, KC1), Keur Sandao (KN), Kaffrine (KFN1, KFN2), Kilomètre Six (K6, K61, K62).

Les espèces ligneuses sont mieux représentées dans cette partie méridionale de la zone d'étude que dans le Ferlo. Elles sont, pour une large part, indicatrices de la transition bioclimatique. Mais la place des arbres au cœur de la végétation s'explique aussi par leur rôle dans le système rural. Les champs sont agrémentés d'espèces ligneuses de différentes familles (Mimosacées : *Faidherbia albida* ; Bombacacées : *Adansonia digitata* ; ou Combrétacées : *Combretum glutinosum*), pour leur capacité à fertiliser les sols ou pour les ressources alimentaires qu'elles fournissent. Des ligneux appartenant à d'autres familles (Anacardiacees : *Sclerocarya birrea*), Bombacacées (*Bombax costatum*), Arécacées (*Borassus flabellifer*), Césalpiniacées (*Cordyla pinnata*), Papilionacées (*Xeroderris stuhlmannii*) et Sterculiacées (*Stercula setigera*), participent aussi à la fourniture de fourrage aérien pour le bétail. Dans les jachères, *Guiera senegalensis* est accompagné par quelques Poacées, comme *Pennisetum pedicellatum*, et par des ligneux à l'état arbustif, comme *Combretum glutinosum* et *Piliostigma reticulatum*. Ces jachères sont de véritables réserves fourragères et sont notamment utilisées par le bétail qui reste au village. Comme l'a montré A.T. DIOP (1993), elles jouent un rôle important dans les systèmes de production agro-sylvo-pastoraux au Sénégal. Pendant la saison des pluies, le bétail est amené dans les jachères où la ressource est abondante. Durant la saison sèche, les éleveurs transhumants venant du Ferlo peuvent accéder à ces pâturages. D'autres ligneux de diverses familles (Sapindacées : *Aphania senegalensis* ; Anacardiacees : *Mangifera indica* et *Anarcadium occidentale* ; Arécacées : *Borassus flabellifer*), peu fréquents dans les relevés, fournissent des fruits qui sont consommés ou commercialisés par les villageois. Enfin, des Mimosacées (*Acacia ataxacantha*, *Parkia biglobosa*) et une Anacardiacee (*Lannea acida*) sont les éléments ligneux constitutifs de la savane arborée.

## V - CONCLUSION

Loin des catégorisations bioclimatiques homogénéisant les paysages végétaux sahéliens, les analyses statistiques effectuées sur les relevés de végétation entre le Ferlo et le Bassin arachidier montrent une organisation structurée, mais hétérogène, de la couverture végétale. Dans cette organisation, la pluviosité joue un rôle qui n'est plus déterminant, tant la pression anthropique s'est accrue.

Une lecture anthropo-systémique montre que les déterminants écologiques généraux et les conditions climatiques particulières, notamment celles qui ont prévalu au cours des cinquante dernières années (marquées par des phases de péjoration de la pluviosité), combinées au poids des activités socioéconomiques (élevage et agriculture surtout), ont une incidence sur la distribution des espèces et sur la disponibilité de la ressource fourragère.

En réaction aux paramètres physiques et anthropiques, ces milieux subissent des changements permanents, ce qui pose la question de leur dynamique écosystémique. Ce contexte de changements multiformes renforce la difficulté d'une généralisation des résultats à d'autres sites de la région sahélienne, chacun d'entre eux présentant des spécificités.

Finalement, nous en sommes arrivés à la conclusion que la structuration spatiale de la couverture végétale est le résultat de la conjonction du gradient de pluviosité (qui joue un rôle important, certes, mais non décisif) et de déterminants anthropiques (exploitation agricole,



pâturages, feux de brousse, etc.). Le niveau d'anthropisation peut être vu comme un facteur global qui laisse finalement peu de temps aux écosystèmes pour se reconstituer et définit ainsi le type de paysage. L'exemple de la colonie mouride de Khelcom, dans le sud-ouest du Bassin arachidier, est édifiant à ce sujet. Sur 40000 ha, tout le couvert ligneux a été défriché et dessouché pour laisser la place à des champs d'arachide et de mil qui, pendant la saison sèche, offrent un paysage digne du nord Ferlo, alors que nous sommes dans le bioclimat soudanien.

## RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

ALEXANDRE F. (2008) - *Géographie et Écologie végétale Pour une nouvelle convergence*. Thèse d'Habilitation à diriger des recherches, Université Paris-Diderot (Paris 7), 346 p.

ALEXANDRE F. et GÉNIN A. (2012) - *Géographie de la végétation. Modèles spatiaux, perspectives, concepts et outils*. Paris, Édit. Armand Colin, collection "U Géographie", Paris, 302 p.

ANCEY V., WANE A., MÜLLER A., ANDRÉ D. et LECLERC G. (2008) - Payer l'eau au Ferlo : Stratégies pastorales de gestion communautaire de l'eau. *Autrepart*, vol. 46, p. 51-66.

ANDRÉ D. (2008) - *Le Ferlo*. Rapport PAPF/ECO-IRAM-GTZ, Saint-Louis (Sénégal), 92 p.

ANDRIEU J. (2008) - *Dynamique des paysages dans les régions septentrionales des Rivières-du-Sud (Sénégal, Gambie, Guinée-Bissau)*. Thèse de l'Université Paris-Diderot (Paris 7), 519 p.

ARBONNIER M. (2002) - *Arbres, arbustes et lianes des zones sèches d'Afrique de l'Ouest*. Édit. Quae (CIRAD-MNHN), 2<sup>ème</sup> édition, Versailles, 573 p.

AUBRÉVILLE A. (1949) - *Climats, forêts, et désertification de l'Afrique tropicale*. Édit. Société d'Éditions de Géographie Maritime Coloniale, Paris, 351 p.

BADJI M., SANOGO D. et AKPO L.E. (2014) - Dynamique de la végétation ligneuse des espaces sylvo-pastoraux villageois mis en défens dans le Sud du Bassin arachidier au Sénégal. *Bois et Forêts des Tropiques*, vol. 319, n° 1, p. 43-52.

BENZECRI J.P., sous la direction de (1973) - *L'analyse factorielle*. Édit. DUNOD, Paris, 619 p.

BERHAUT J. (1967) - *Flore illustrée du Sénégal*. Édit. Clairafrique, 2<sup>ème</sup> édition, Dakar, 487 p.

BLANDIN P. (1992) - De l'écosystème à l'écocomplexe. In : *Sciences de la nature, sciences de la société. Les passeurs de frontières*, M. JOLLIVET édit., Édit. CNRS, Paris, p. 267-279.

BODIAN A. (2014) - Caractérisation de la variabilité temporelle récente des précipitations annuelles au Sénégal (Afrique de l'Ouest). *Physio-Géo*, vol. 8, p. 297-312.

BOUDET G. (1984) - *Manuel sur les pâturages tropicaux et les cultures fourragères*. Édit. Ministère des Relations Extérieures, Coopération et Développement, collection "Manuels et précis d'élevage", 4<sup>ème</sup> édition, Paris, 266 p.

CHEVALIER A. (1900) - Les zones et les provinces botaniques de l'AOF. *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences*, vol. 130, n° 18, p. 1205-1208.

CISSÉ A., EYMARD L., NDIONE J.A. et GAYE A.T. (2015) - Analyse statistique des relations pluie-végétation au Ferlo (Sénégal). *Actes du XXVIII<sup>ème</sup> Colloque de l'Association Internationale de Climatologie* (Liège), p. 307-312.

CSE (2000) - *Programme d'action national de lutte contre la désertification*. Édit. Ministère de l'Environnement et de la Protection de la Nature, Centre de Suivi Écologique, Dakar (Sénégal), 152 p.

DAGET P. et POISSONET J. (1971) - Analyse phytologique des prairies. Critères d'application. *Annales Agronomiques*, vol. 22, n° 1, p. 4-41.

DAGET P. et POISSONET J. (1991) - *Prairies et pâturages, méthodes d'études*. Édit. Institut de Botanique, Montpellier, 354 p.

DEDONCKER M., NGOM D. et VINCKE C. (2015) - Trees dynamics (1955-2012) and their uses in the Senegal's Ferlo region: insights from a historical vegetation database, local knowledge and field inventories. *Bois et Forêts des Tropiques*, vol. 326, n° 4, p. 25-41.

DIOP A.T. (1993) - Les jachères dans l'alimentation des animaux domestiques au Sénégal : importance et mode d'utilisation. In : *La Jachère en Afrique tropicale* (Actes de colloque, Montpellier, 1991), C. FLORET et R. PONTANIER édit., Édit. ORSTOM, Paris, p. 451-461.

DUPIRE M. (1957) - Les forages dans l'économie peule. In : *Éléments de politique sylvo-pastorale au Sahel sénégalais*, M. GROMAIRE édit., Édit. Inspection Forestière du Fleuve, Saint-Louis (Sénégal), fascicule 14, p. 19-24.

FALL A. (2014) - *Le Ferlo sénégalais : Approche géographique de la vulnérabilité des anthroposystèmes sahéliens*. Thèse de l'Université Paris-Sorbonne (Paris XIII), 380 p.

FAYE C., SOW A.A. et NDONG J.B (2015) - Étude des sécheresses pluviométriques et hydrologiques en Afrique tropicale : caractérisation et cartographie de la sécheresse par indices dans le haut bassin du fleuve Sénégal. *Physio-Géo*, vol. 9 , p. 17-35.

FOLKE C. (2007) - Social-ecological systems and adaptive governance of the Commons. *Ecological Research*, vol. 22, n° 1, p. 14-15.

GODRON M. (1967) - Les groupes écologiques regroupés en écailles. *Oecologia Plantarum*, vol. 2, p. 217-266.

LAGADEC Y. et CHENORKIAN R. (2009) - Les systèmes socio-écologiques : vers une approche spatiale et temporelle. *Natures Sciences Sociétés*, vol. 17, p. 194-196.

LECOMPTE M. (1986) - *Biogéographie de la montagne marocaine : le Moyen-Atlas central*. Édit. CNRS éditions, collection Mémoires et Documents de Géographie, Paris, 202 p.

LE HOUÉROU H.N. (1989) - *The grazing land ecosystems of the African Sahel*. Édité. Springer-Verlag, collection " Ecological studies", Berlin Heidelberg (Allemagne), vol. 75, 282 p.

LEPRUN J.C. (1971) - Nouvelles observations sur les formations dunaires sableuses fixées du Ferlo nord occidental (Sénégal). *Bulletin de Liaison de l'Association Sénégalaise d'Étude du Quatenaire Ouest Africain*, vol. 31, p. 69-78.

LÉVÊQUE C., PAVÉ A., ABBADIE L., WEILL A. et VIVIEN F.D. (2000) - Les zones ateliers, des dispositifs pour la recherche sur l'environnement et les anthroposystèmes. Une action du programme "Environnement, vie et sociétés" du CNRS, *Natures Sciences et Sociétés*, vol. 8, n° 4, p. 44-52.

MCKEE T.B., DOESKEN N.J. et KLEIST J. (1993) - The relationship of drought frequency and duration to time scales. In : *Proceedings of the eighth conference on applied climatology*, (Actes de colloque, Anaheim, Californie), Édité. American Meteorological Society, Boston, p. 179-184.

NDIAYE O., DIALLO A., SAGNA M.B. et GUISSÉ A. (2013) - Diversité floristique des peuplements ligneux du Ferlo, Sénégal. *VertigO*, vol. 13, n° 3, mis en ligne le 24 janvier 2014, consulté le 28 septembre 2016, [en ligne](#).

NDONG A.T., NDIAYE O., SAGNA M.B., DIALLO A., GALOP D. et GUISSÉ A. (2015) - Caractérisation de la végétation ligneuse sahélienne du Sénégal : cas du Ferlo. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, vol. 9, n° 6, p. 2582-2594.

NIANG K., NDIAYE O., DIALLO A. et GUISSÉ A. (2014) - Flore et structure de la végétation ligneuse le long de la Grande Muraille Verte au Ferlo, nord Sénégal. *Journal of Applied Biosciences*, vol. 79, p. 6938-6946.

NOBA K., NGOM A., GUEYE M., BASSENE C., KANE M., DIOP I., NDOYE F., MBAYE M.S., KANE A. et BA A.T. (2014) - L'arachide au Sénégal : état des lieux, contraintes et perspectives pour la relance de la filière. *OCL*, vol. 21, n° 2, D205, [en ligne](#).

NICHOLSON S.E. (2005) - On the question of "the recovery" of the rains in the West African Sahel. *Journal of Arid Environments*, vol. 63, n° 3, p. 615-641.

OLSSON L., EKHLUND L. et ARDÖ J. (2005) - Recent greening of the Sahel trend, patterns and potential causes. *Journal of Arid Environments*, vol. 63, n° 3, p. 556-566.

RAKOTOARIMANANA V., GONDARD H., RANAIVOARIVELO N. et CARRIÈRE S. (2008) - Influence du pâturage sur la diversité floristique, la production et la qualité fourragères d'une savane des Hautes Terres malgaches (région de Fianarantsoa). *Sécheresse*, vol. 19 , n° 1, p. 39-46.

SANDERS L. (1989) - *L'analyse des données appliquées à la géographie*. Édité. GIP Reclus, Montpellier, 268 p.

SANON H.O., SAVADOGO M., TAMBOURA H.H. et KANWE B.A. (2014) - Caractérisation des systèmes de production et des ressources fourragères dans un terroir test de la zone soudanienne du Burkina Faso. *VertigO*, vol. 14, n° 2, [en ligne](#).

SIDIBÉ M. (2005) - *Migrants de l'arachide: la conquête de la forêt classée de Pata Casamance*. Édit. IRD, collection "À travers champs", Paris, 301 p.

SUTTER J.W. (1987) - Cattle and Inequality : Herd Size Differences and Pastoral Production among the Fulani of Northeastern Senegal. *Africa : Journal of the International African Institute*, vol. 57, n° 2, p. 196-218.

TROCHAIN J. (1940) - *Contribution à l'étude de la végétation du Sénégal*. Édit. Larose, Paris, 433 p.

WHITE F. (1986) - *La végétation de l'Afrique : mémoire accompagnant la carte de la végétation de l'Afrique*. Édit. ORSTOM / UNESCO, collection "Recherches sur les ressources naturelles", n° 20, 384 p. + 4 cartes hors texte.