

## Analyse de la dynamique des pâturages autour des ouvrages hydrauliques des zones pastorales du Batha Ouest au Tchad

Ali Brahim BECHIR<sup>1\*</sup> et Logtene Youssouf MOPATE<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Université des Sciences et de Technologie d'Ati, BP 9957, Ati, Tchad

<sup>2</sup>Institut de Recherche en Elevage pour le Développement (IRED) BP 433, N'Djaména, Tchad

\* Correspondance, courriel : [abrabechir@yahoo.fr](mailto:abrabechir@yahoo.fr)

### Résumé

L'objectif de l'étude a été d'analyser et de comprendre le mécanisme d'évolution des végétations pâturées dans le contexte de fortes pressions pastorales occasionnées par l'installation des puits pastoraux. La végétation a été étudiée selon la méthode classique de relevé de végétation et l'approche phytosociologique. L'étude a montré une dynamique régressive marquée par une importante diminution de la diversité spécifique ligneuse et herbacée aux alentours immédiats des puits au détriment d'une certaine homogénéisation donc d'une diminution du nombre de formations pastorales. Les dynamiques sont caractérisées par la prolifération d'*Acacia tortilis* et de *Balanites aegyptiaca* due aux déplacements des animaux et une ascendance de *Cenchrus biflorus* et *Schoenefeldia gracilis* sur les autres espèces herbacées. Cependant, les puits pastoraux ne constituent pas une menace pour la production future de ces espaces car ils ont permis de lever les contraintes qui empêchent leur exploitation en saison sèche. Toutefois, leur installation doit être couplée avec une gestion efficace de l'espace gage de la sécurisation de la mobilité. C'est pourquoi, dans une perspective de gestion durable des ressources naturelles et de sécurisation des systèmes pastoraux, plusieurs stratégies d'intervention ont été recommandées.

**Mots-clés :** *pâturage, végétation, puits pastoraux, Batha, Tchad*

### Abstract

**Analysis of the pastures dynamics around hydraulic structures pastoral areas of West Batha in Chad**

The objective of this survey is to analyze and under stand the evolution of vegetation grazed mechanism in the context of strong pastoral pressures stemming from the establishment of pastoral wells. The vegetation was studied by the classical method of vegetation survey and phyto sociological approach. The study showed a regressive dynamic marked by a significant decline in woody and herbaceous species diversity in the immediate vicinityof the wells at the expense of a certain homogenization therefore a decrease in grazing operations. The dynamics are characterized by the proliferation of *Acaciatortilis* and *Balanites aegyptiaca* due to the movement of animals and ancestry of *Cenchrus biflorus* and *Schoenefeldia gracilis* on other herbaceous species.

However, livestock wells do not pose a threat to the future production of these spaces because they allowed removing the constraints that prevent their use in the dry season. However, their system must be coupled with effective management of space pledge securing mobility. Therefore, in the context of sustainable management of natural resources and securing pastoral systems, several intervention strategies were recommended.

**Keywords :** *pasture, vegetation, livestock wells, Batha, Chad*

## 1. Introduction

En zone sahélienne, les ressources en eau souterraine sont importantes mais ce sont plutôt les pâturages et leur gestion qui constituent un enjeu clé [1]. Au Tchad, le Batha est la principale région d'élevage. Afin de permettre l'exploitation des pâturages pendant la saison sèche, plusieurs puits pastoraux y ont été installés depuis des décennies. L'aménagement de ces ouvrages hydrauliques a eu pour conséquence l'afflux et la forte concentration du cheptel autour de ces points d'abreuvement. En effet, optimiser l'exploitation des ressources pastorales et sécuriser les systèmes pastoraux imposent des déplacements réguliers des hommes et de leurs troupeaux dictés par les conditions climatiques [2]. Ainsi, à partir des points d'eau dont le nombre s'est accru progressivement, l'occupation de l'espace a été organisée par les pasteurs de même que les déplacements de leur cheptel. Pour tirer un maximum de profits des ressources des espaces proches des puits, différentes stratégies ont été développées, dont le dénominateur commun reste la mobilité (à plus ou moins grande échelle). Les différents parcours de la région ont alors connu des modifications plus ou moins importantes selon notamment la densité, le mode de fonctionnement, le statut juridique des ouvrages, les caractéristiques du milieu (pluviométrie) et les activités des acteurs.

Plusieurs études sur les pâturages sahéliens [3,4] ont montré une dégradation progressive du couvert végétal aux abords immédiats des ouvrages hydrauliques. Aussi, la dégradation de l'Environnement par les activités pastorales en relation avec les ouvrages hydrauliques installés a-t-elle toujours été une inquiétude pour les acteurs intervenant au Tchad dans ce domaine. L'une de leurs principales préoccupations a été de limiter cette dégradation écologique. Pour anticiper ce phénomène, deux études environnementales ont été menées à différentes dates dans le Département du Batha ouest. La première doit permettre de tirer des conclusions sur des risques futurs de dégradation écologique de certains écosystèmes très fragiles et sensibles, en raison d'une charge animale trop lourde à supporter. Elle doit aussi permettre d'établir une situation initiale ou situation de référence " $t_0$ ". La deuxième étude a pour objectif d'analyser et de comprendre à l'échelle de temps " $t + n$ " le mécanisme d'évolution des végétations pâturées dans le contexte de forte pression pastorale occasionnées par les ouvrages hydrauliques pastoraux installés. Elle doit confirmer ou infirmer dans un pas de temps plus long, certaines hypothèses émises à l'issue de la première étude.

## 2. Matériel et méthodes

### 2.1. Présentation de la zone d'étude

Situé au centre du Tchad, la Région du Batha s'étend entre le 12<sup>ème</sup> et le 16<sup>ème</sup> parallèle Nord avec une superficie de 88 800 Km<sup>2</sup> soit 21% du territoire national. Elle comprend trois (3) départements administratifs dont le département du Batha Ouest qui a servi de cadre à la présente étude (*Figure 1*).

La Région du Batha Ouest sous l'influence d'un climat de type saharien, subdésertique au Nord et semi-aride sahélien au sud avec une saison sèche qui s'étale d'octobre à mai et une saison des pluies qui va de juin à septembre. Les températures oscillent entre 14 et 42°C. La région est parcourue par des cours d'eaux qui sont en majorité de type non permanent et endoréique, dont la durée des écoulements dépend de la variabilité de la pluviométrie et de leur position dans la région. Le relief est peu accidenté, on y rencontre des plaines, des chaînes de montagnes, des ravins, des dunes et des bas-fonds. Les sols sont constitués des formations sableuses appelées encore « *Goz* » en langue locale caractérisés par la prédominance des sols argilo-limoneux compacts ou « *Naga* » au Nord. Ce sont de grands ensablements dunaires et de grands plateaux à dépressions fermées ou ouadis parfois très rapprochés.

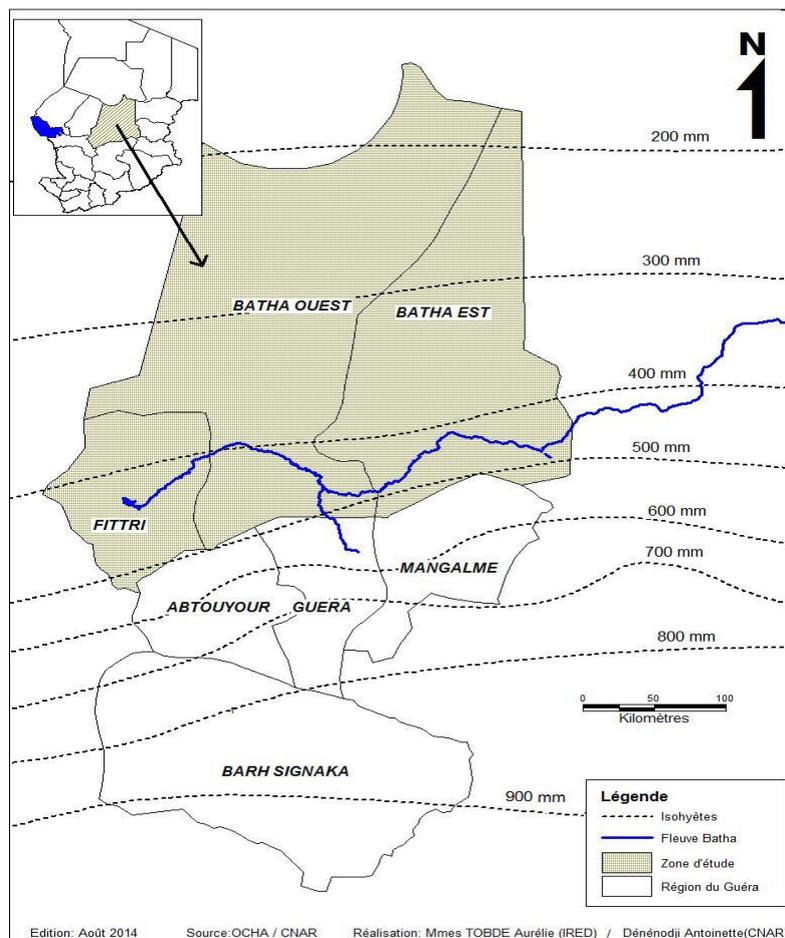


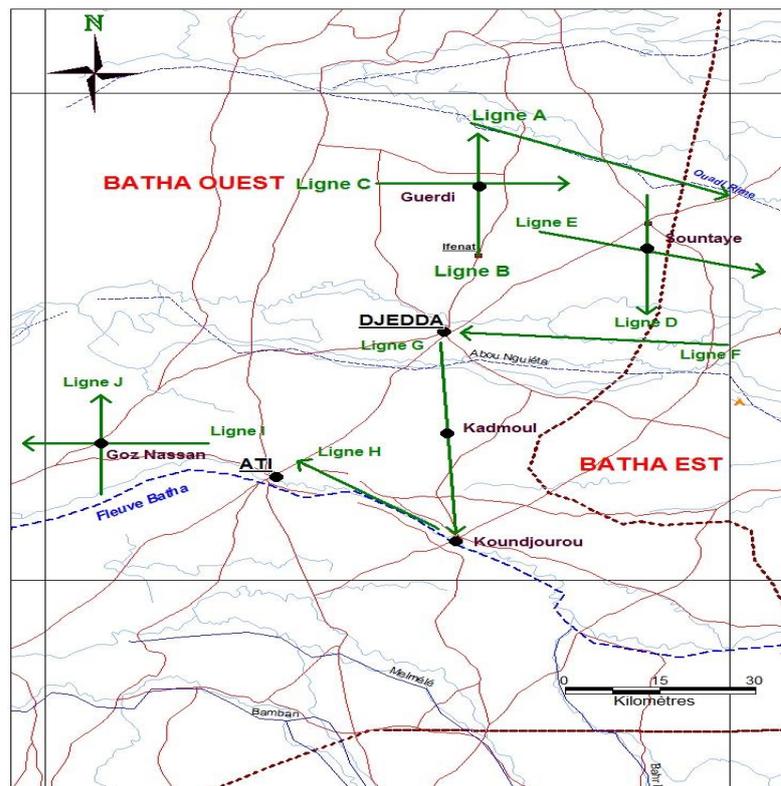
Figure 1 : Localisation de la zone d'étude

La végétation suit le gradient pluviométrique Nord/Sud et se présente sous la forme de steppes arbustives basses à épineux au Nord, à de steppes arbustives denses à moyennement denses au Sud. La strate ligneuse est constituée d'*Acacia raddiana*, *Acacia nilotica*, *Acacia mellifera*, *Balanites aegyptiaca* et *Zizyphus mauritiana*. La strate herbacée est dominée par *Cenchrus biflorus*, *Schoenefeldia gracilis*, *Brachiaria deflexa*, *Aristida mutabilis* et *Eragrostis tremula*.

## 2-2. Méthodes

### 2-2-1. Choix des zones de relevés

Le choix des zones de relevés a été guidé par le souci de couvrir un nombre relativement important de types de pâturages représentatifs. Les données ont été ensuite croisées avec le type d'occupation de sol en présence : zones de concentration des ouvrages, zone de pâturage exclusif et zones mixtes (semi-agricoles). Les collectes des données ont été effectuées dans les mêmes zones et selon une même méthodologie. Pour répondre aux différents critères, neuf lignes ou transects matérialisées dans sept différentes zones ont été retenues (*Erreur ! Source du renvoi introuvable.*):



**Figure 2 :** Localisation des transects matérialisés dans les différents sites de relevés

- ❖ une ligne traversant l'Ouadi Rime d' Est en Ouest [Ligne A]
- ❖ deux lignes orientées Est/Ouest et Nord/Sud dans la zone de Guerci [Lignes B et C];
- ❖ deux lignes orientées Est/Ouest et Nord/Sud dans la zone de Sountaye [Ligne D et E] ;
- ❖ une ligne à l'Est de Djedda en passant par le puits Attourneye [Ligne F];
- ❖ une ligne Djedda/Koundjourou qui passe par le puits Kadmoul [Ligne G];
- ❖ une ligne longeant le fleuve Batha de Koundjourou à Ati [Ligne H];
- ❖ une étude de Goz Nassane (suivant deux lignes) sur la piste d'Am Djamena à 35 km d'Ati.

Des relevés ont été également effectués dans les intersections et les liaisons entre deux puits consécutifs. La recherche des conditions d'homogénéité floristique et écologique des différentes stations avant l'exécution des relevés a nécessité des ajustements géographiques par rapport aux coordonnées retenues préalablement. Pour garantir les conditions d'homogénéité, les zones de transition floristique ont été évitées.

### **2-2-2. Méthode d'étude de la végétation**

La méthode utilisée a été celle d'échantillonnage aléatoire stratifié à cause de la variabilité spatiale des peuplements. L'approche phytosociologique qui permet de décrire la flore et la structure d'une végétation a été utilisée au cours des relevés. Les relevés floristiques ont été effectués selon la méthode classique de [5]. Une liste floristique exhaustive de toutes les espèces a été ensuite dressée et chaque espèce herbacée ou ligneuse s'est vu attribuée une cote d'abondance dominance selon un ratio abondance - recouvrement. Cette cote est complétée pour chacune des strates par une double observation : une première sur la végétation strate par strate et une seconde observation sur l'état de la surface du sol. Ces observations ont été faites suivant cinq aspects : la géomorphologie, la nature du sol et la proportion de sol nu d'une part, et l'action du vent ou de l'eau d'autre part. La structure de la végétation a été estimée visuellement tandis que les coordonnées sont repérées au GPS (Global Positioning System). La texture du sol a été appréciée par le toucher en prélevant l'horizon supérieur. Cette méthode a permis une couverture des surfaces importantes par échantillonnage. L'information recueillie a été d'une précision suffisante pour établir la typologie des différentes unités de végétation et de prendre en compte leur état dynamique à différentes échelles ainsi que leur potentialité. Selon la charge animale réelle peu connue, l'étude de la dynamique de la strate herbacée était basée sur des critères botaniques auxquels ont été associés des critères fourragers (appétibilité, valeur pastorale...) et écologiques (catégories d'espèces, réaction à la pâture, le substrat...). Les données climatiques de la Région ont été décrites à partir de la station synoptique de la ville d'Ati chef lieu de la Région.

### **2-2-3. Analyse de la productivité des herbages**

La disponibilité fourragère des parcours a été appréhendée à partir de la répartition de la phytomasse produite en relation avec un puits existant. Les pâturages ne sont réellement exploitables par les troupeaux que pour une distance maximum de 15 à 20 km d'un point d'eau [1]. Pour cette raison, la quantité moyenne de production végétale a été estimée pour les différentes zones situées en moyenne à des distances respectivement de 5 et 20 km. La plupart des points d'eau temporaires déjà taris lors de la réalisation de l'étude, seuls les puits pérennes ont été concernés. La biomasse herbacée a été évaluée par la méthode de la récolte intégrale. Des coupes au ras du sol ont été effectuées à l'intérieur des placettes de 1 m<sup>2</sup> placées de façon aléatoire tous les 20 mètres le long des transects. Le nombre de placettes récoltées et pesées a été de 120. En pratique, la précision dépend du type du milieu et de l'homogénéité du site. Klein et al. [6] ont dû faucher 80 placettes pour obtenir une précision de 1 à 15 %. La récolte de chaque placette a été pesée immédiatement à l'aide de pesons à ressort de  $500 \pm 5$  g et  $1000 \pm 10$  g.

Afin de déterminer le taux de matière sèche, un échantillon de 500 g a ensuite été séché à l'étuve à 105° C pendant 48 h. La biomasse, égale au poids de matière sèche de l'ensemble des organes aériens vivants des espèces par unité de surface a été exprimée en tonne de matière sèche à l'hectare (tMS / ha). La productivité des herbages étant étroitement liée aux précipitations, les données pluviométriques ont été utilisées pour faire le parallèle entre les quantités des pluies enregistrées et la végétation. La charge maximale en UBT qu'un pâturage ou un point d'eau peut supporter a été calculée à partir de la biomasse végétale disponible et de la consommation moyenne par Unité de Bétail Tropical (UBT). Elle a été ensuite comparée avec la charge réelle (exprimée en UBT) qui est constituée par les effectifs d'animaux fréquentant les zones. Le ratio entre la charge effective et les possibilités d'accueil donne une indication assez claire sur les actions à envisager pour éviter des surpâturages.

#### **2-2-4. Détermination de la valeur pastorale des parcours**

La valeur pastorale nette des différents pâturages a été déterminée par simple attribution d'un indice global de qualité spécifique aux différentes espèces herbacées recensées. Le calcul de la valeur pastorale utilisée a pris en compte la composition floristique à travers la contribution spécifique des espèces et l'indice spécifique des espèces (Is). Le critère de qualité pour les espèces herbacées a été apprécié sur une échelle de cotation de six classes (de 0 à 5). Les espèces ont été donc réparties en catégories d'espèces fourragères de la manière suivante :

- très bonne valeur pastorale : espèces dont l'Isi est égal à 5 ;
- bonne valeur pastorale : espèces dont l'Isi est égal à 4 ;
- assez bonne valeur pastorale : espèces dont l'Isi est égal à 3
- valeur pastorale moyenne : espèces dont l'Isi est égal à 2 ;
- valeur pastorale médiocre : espèces dont l'Isi est égal à 1 ;
- valeur pastorale nulle : espèces dont l'Isi est égal à 0.

#### **2-2-5. Niveau d'appréciation de l'intensité de la pression animale**

L'intensité de la pression animale sur les pâturages a été appréciée sur la base de deux critères : (i) la charge animale présente qui apparaît élevée dans l'ensemble de la région mais ponctuelle dans certaines zones et (ii) l'ancienneté de l'utilisation pastorale. A l'instar de [7], trois niveaux de perturbation ont été ensuite déduits des deux précédents critères : Le niveau 1, où la pression foncière a été nulle et la pression pastorale élevée mais ponctuelle. Dans ce cas, la pression anthropique globale sur les pâturages a été considérée comme faible. Le niveau 2 où la pression foncière a été faible et la pression pastorale modérée. Dans cette situation, la pression anthropique globale sur les pâturages a été considérée comme modérée. Le niveau 3 quand la pression foncière très forte se trouve associée à une pression pastorale également forte. La pression anthropique globale sur les pâturages a été dans ce cas considérée également comme très forte.

### **3. Résultats**

#### **3-1. Pluviosité**

La moyenne des précipitations sur 20 ans a été de 316,52 mm avec un coefficient de variation d'environ 25 %. Le maximum de pluies a été de 556,0 mm. Les années 1990, 1997, 2001 et 2004 ont été les plus mauvaises car les cumuls annuels et la hauteur moyenne d'eau tombée étaient faibles. En revanche, les années 1991, 2008, 2010 et 2011 ont été bonnes en raison des cumuls annuels apparemment plus élevés mais aussi d'une meilleure distribution des événements pluvieux (*Figure 3*).

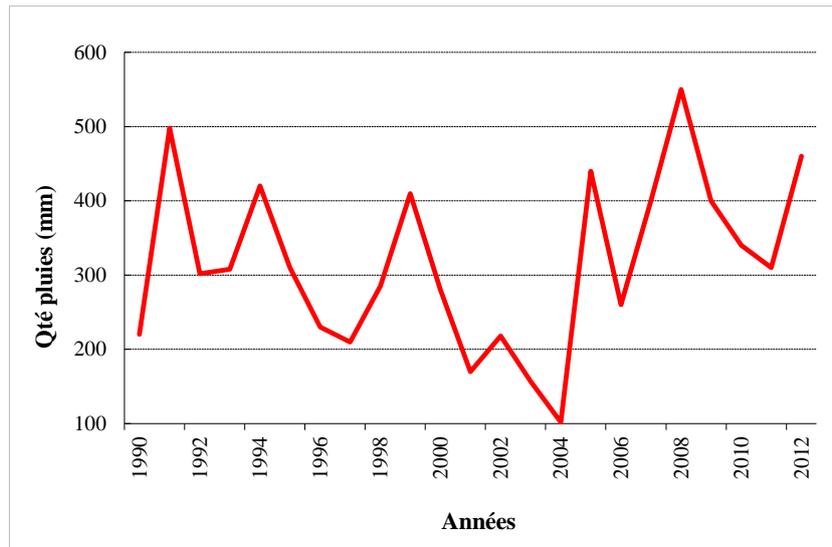


Figure 3 : Tendance évolutive de la pluviométrie annuelle dans la ville d'Ati (Batha Ouest)

### 3-2. Principales grandes unités pastorales identifiées et leur potentialité productive

Selon la couverture végétale et la diversité floristique herbacée et ligneuse, quatre (4) unités pastorales ont pu être distinguées par la combinaison des facteurs physiques (géomorphologie), biologique et anthropiques (jachères et cultures). Essentiellement arbustives, peu denses et plus ou moins arborées, ces unités ont présenté également différents faciès d'intérêt pastoral.

#### 3-2-1. Type 1 : les pâturages des steppes herbeuses à arbustives des ensablements et dunes, à faible ondulation à strate ligneuse très claire et herbacée discontinue

Ils s'étendent sur de grandes surfaces sans variations importantes et présentent une grande richesse floristique. Les principaux ligneux dominants identifiés ont été : *Acacia tortilis*, *Acacia nilotica* et *Balanites aegyptiaca*. La strate herbacée est dominée par *Cenchrus biflorus*, *Brachiaria deflexa*, *Schoenefeldia gracilis* et *Eragrostis tremula*. Le taux apparent de recouvrement a été de l'ordre de 35 à 40 % pour une productivité moyenne de 0,5 à 1 tMS/ha et une charge théorique variant entre 0,1 à 0,2 UBT/ha.

#### 3-2-2. Type 2 : les pâturages des steppes herbeuses xérophiles des glacis, à strates ligneuses et herbacées irrégulières et discontinues

Très hétérogènes, ces parcours ont été rencontrés dans toute la zone où ils occupent le plus souvent les sols pauvres, sablonneux, parsemés de quelques rares épineux. Les espèces présentes y forment une étendue assez continue de prairies où sont associées plusieurs espèces. La strate herbacée dominée par *Cenchrus biflorus*, *Schoenefeldia gracilis*, *Dactyloctenium aegyptium*, *Eragrostis tremula*, *Brachiaria deflexa* ou *Aristida mutabilis* a été très lâche. Elle a varié localement selon l'importance de *Schoenefeldia gracilis*, *Eragrostis tremula* ou *Aristida mutabilis* qui n'ont pas connu une distribution régulière. Lorsque ces espèces sont très bien distribuées, des faciès à *Eragrostis tremula* et *Aristida mutabilis*, des variantes à *Schoenefeldia gracilis* et *Eragrostis tremula* et enfin des faciès à *Schoenefeldia gracilis* et *Aristida mutabilis* ont été observés. Les ligneux les plus fréquents ont été : *Acacia tortilis*, *Balanites aegyptiaca* et *Calotropis procera*. En raison de la présence d'un nombre assez limité des plantes couvrant très peu le sol, ces différents faciès ont le plus souvent un recouvrement faible à moyen (20 à 55 %) pour une productivité moyenne de l'ordre de 0,5 à 1 tMS/ha.

### **3-2-3. Type 3 : les pâturages des plateaux sableux entaillés de dépression fermées ou Ouadis**

Ces parcours ressemblent beaucoup au précédent par leur flore ligneuse et herbacée à tendance agrostologique marquée ainsi que par leur productivité (0,5 à 1 tMS/ha). Ils ont été composés d'espèces fourragères herbacées tendres associées à d'autres dont le développement est favorisé par l'intervention de l'homme ou de l'animal. La strate arbustive discontinue a été très éclaircie. Les *Balanites aegyptiaca*, *Combretum glutinosum* et *Acacia tortilis* ont été les principaux ligneux dominants. Au sein de ces formations également très répandus, *Brachiaria deflexa* et *Cenchrus biflorus* s'associent et montrent un état d'équilibre relativement stable dans tous les sites soumis à une pâture modérée. En sous étage, les autres espèces comme *Polycarpea corymbosa*, *Fimbristilis exilis*, et *Spermacoce radiata* ont été toujours présents mais à l'état diffus. D'une valeur pastorale moyenne à assez bonne, ces parcours ont une productivité presque identique au précédent parcours. Sur l'ensemble des 40 à 60 % de recouvrement de la végétation, *Brachiaria deflexa* occupe environ 30 %.

### **3-2-4. Type 4 : les forêts galeries à végétation dense des bas-fonds, bordures des mares et cours d'eau**

Ce sont des parcours des thalwegs et dépressions fortement représentées dans la zone et utilisés principalement en saison des pluies en raison de la pousse précoce des herbacées. Une grande richesse floristique de la strate ligneuse (8 espèces en moyenne) par rapport aux types précédents et un recouvrement plus important (60 à 70%) ont été observés. La strate ligneuse très dense a été composée d'*Acacia nilotica*, *Mitragyna inermis* et *Bauhinia rufescens* alors que la strate herbacée a été très variable. Du point de vue de la composition floristique, les espèces comme *Oriza longistaminata*, *Panicum laetum*, *Sporobolus helvolus* et *Echinochloa stagnina*, caractéristiques des dépressions n'ont pas été dominantes dans la zone. Elles ont cédé parfois la place à *Bergia suffruticosa*, *Glinus latoides* ou parfois à des sols complètement dénudés. Ces espèces de très bonne valeur pastorale occupent parfois les rives alors que dans les anses où le courant est ralenti ou nul, des peuplements de *Sesbania pachycarpa* ou *Aeschynomene indica* ont montré un développement considérable. L'apport en limon ont assuré aussi un équilibre instable entre d'autres espèces herbacées des milieux aquatiques comme *Sphenoclea zaylanica*, *Ammania auriculata*, *Bergia suffruticosa*, *Cyperus spp.* et *Sporobolus helvolus*.

Ces parcours ont présenté deux variantes : une première variante à *Echinochloa stagnina* et *Panicum laetum* non répartie de façon homogène et régulière mais plutôt en mosaïques formées d'îlots assez denses séparés par des zones plus ou moins éclaircies. Le recouvrement ligneux de l'ordre de 10 à 25% a été assez faible alors que la strate herbacée a montré un recouvrement variant entre 5 % dans les zones éclaircies à 75% dans les îlots assez denses. La productivité estimée entre 0,1 à 3 tMS/ha/an peut supporter une charge moyenne de l'ordre de 0,1 à 0,5 UBT/ha. La deuxième variante à *Bergia suffruticosa* et *Sporobolus helvolus* (Erreur ! Source du renvoi introuvable.) est située à la limite de la lisière des cours d'eau. Le recouvrement a été de l'ordre de 10 à 75 % pour une productivité qui a varié entre 1 à 5 tMS/ha/an et pouvant supporter une charge moyenne de 0,5 à 1 UBT/ha. Les formations caractérisées par des espèces annuelles comme *Aristida mutabilis*, *Cenchrus biflorus*, *Eragrostis tremula* et *Schoenefeldia gracilis* offrent un pâturage moyen avec une productivité comprise entre 0,5 à 1,5 tMS/ha. Elles ne permettent qu'une exploitation de saison des pluies avec des charges potentielles en saison sèche de l'ordre de 0,11 à 0,33 UBT/ha (**Tableau 1**).

**Tableau 1 : Productivité et capacité de charge des différents pâturages étudiés dans le Batha Ouest au Tchad**

Unité de pâturage	Recouvrement ligneux (%)		Recouvrement herbacée (%)		Productivité (t MS/ha/an)		Charge animale (UBT / ha)	
	1ère étude	2ème étude	1ère étude	2ème étude	1ère étude	2ème étude	1ère étude	2ème étude
Type 1	10 à 20	25 à 30	60	90	0,5	0,5 à 1	0.1	0.1 à 0.2
Type 2	10	10 à 25	50	80	0,5	0,7 à 1	0.1	0.1 à 0.2
Type 3	5 à 10	10 à 15	20	60	< 0,5	0,5 à 1	< 0.1	0.1 à 0.2
Type 4	10 à 25	20 à 25	10	5	0,5 à 1	< 0,5	0.1 à 0.2	< 0.1

### 3-3. Indice des valeurs pastorales des herbages

Les relevés floristiques ont montré une variabilité dans la diversité spécifique des différentes catégories d'espèces fourragères. Dans les contextes climatiques et agroécologiques de la zone ainsi que leur incidence sur la productivité des parcours, la valeur pastorale des pâturages a été également très variable. Le déficit alimentaire et le degré de surpâturage découlent de cette situation qui atteint 75 % de degré de surpâturage dans certains sites. Bien que constitués d'espèces végétales nombreuses, diversifiées et à grande majorité appréciées, les différents types de pâturages ont été assez médiocres. Les espèces de valeur pastorale nulle à médiocre (Isi = 0 et 1) ont été les plus nombreuses (73 %) suivies de celles de valeur pastorale moyenne à assez bonne (Isi = 2 et 3) (17 %). En revanche, les espèces fourragères herbacées de bonne et très bonne valeur pastorale (Isi= 4 et 5) ont été très peu représentées (9%).

### 3-4. Effets de la présence d'un puits sur la végétation

L'effet puits s'est manifesté sur la strate herbacée, la biomasse et la strate ligneuse. *Sur la strate herbacée* il a été observé une nette diminution de la richesse spécifique de la strate herbacée aux alentours immédiats des puits, suite à l'exploitation intensive du milieu. A proximité des puits et mares permanentes fréquentés en saison sèche, le couvert herbacé a été dominé par des espèces plutôt nitrophiles comme *Chloris prierii* et *Zornia glochidiata*. Cependant, *Cenchrus biflorus* a semblé également être favorisé. Le stationnement des troupeaux venant s'abreuver au puits serait probablement à l'origine de cette différenciation floristique. L'étude de la relation entre la densité d'exploitation et la composition floristique des herbacées a montré au niveau des substrats dunaires un total de 21 espèces herbacées dont *Cenchrus biflorus* (36 %), *Brachiaria deflexa* (22 %), *Schoenefeldia gracilis* (31 %) et *Aristida mutabilis* (11,2%).

Parmi ces espèces, *Aristida mutabilis* et *Schoenefeldia gracilis* ont occupé les stations où les traces de passage du bétail ont été les moins importantes. En revanche, *Cenchrus biflorus* et *Dactyloctenium aegyptium* ont été présents dans les stations où les traces des animaux sont les plus abondantes. Les dynamiques dans la zone sont caractérisées sur sols sableux par la substitution de graminées annuelles à cycle relativement long (trois à quatre mois) comme *Aristida mutabilis* par d'autres annuelles plus résistantes à la pâture à savoir *Cenchrus biflorus*. Ensuite, celles-ci ont cédé la place à des herbacées à cycle très court mais peu appréciées par le bétail comme les légumineuses *Zornia glochidiata* et *Alysicarpus ovalifolius*. La strate herbacée a ensuite disparue. La pression sur les pâturages herbacés se présente globalement comme suit : Près des abreuvoirs, sur quelques dizaines ou centaines de mètres, le sol a été soit nu ou bien, il y pousse d'espèces non ou très peu appréciées comme *Cassia obtusifolia*, *Cassia occidentalis*, et *Trianthema portulacastrum*.

A 3 km tout autour des puits, l'effet de la pâture s'est traduit par l'abondance de *Cenchrus biflorus* associée à *Aristida mutabilis* et la présence de quelques refus. L'effet de la pâture ne se fait pas encore sentir sur la composition floristique qui s'est progressivement diversifié à 5 km du puits. Dans cette dynamique, *Cenchrusbiflorus*, espèce pionnière a cédé par endroit la place à *Aristida mutabilis*, *Tragus berteronianus* et même *Schoenefeldia gracilis*. Aux alentours immédiats des ouvrages, une diminution de la porosité des sols notamment en profondeur a été également notée. Entre 5 et 15 km des puits, *Cenchrus biflorus*, *Dactyloctenium aegyptium* et *Zornia glochidiata* ont bénéficié de l'importation d'azote et des effets défavorables sur les espèces plus sensibles au piétinement. Ces espèces ont colonisé la quasi-totalité des pâturages de la zone. Le long des transects de part et d'autre des puits sur des dunes à relief accentué, l'évolution du tapis herbacé a favorisé l'installation d'un faciès caractérisé par des espèces comme *Fimbristylis hispidula*, *Polycarpea corymbosa* et *Spermacoce radiata*.

Dans les zones les plus éloignées des puits (plus de 15 km), les effets de la pression animale a varié selon le type de sol : Les associations *Schoenefeldia gracilis*, *Aristida mutabilis* et *Eragrostis tremula* y ont été dominantes. Une modification récente à signaler a été notamment celle liée à l'augmentation des effectifs de petits ruminants et le développement de *Bergia suffrutuosa* qui était beaucoup plus limité aux abords des campements et des lieux d'abreuvement. En effet, lors de la première étude, cette légumineuse se présentait par petits groupes isolés mais très espacés et associée à d'autres espèces. Actuellement, elle constitue de plus en plus de vastes plages mono-spécifiques notamment dans les zones de dépressions et les lits des cours d'eau. Sur la biomasse herbacée, les observations ont montré que la production primaire a été parfois plus élevée aux abords immédiats des puits (**Figure 4**) que dans les pâturages les plus éloignés. Cette importante biomasse est cependant rapidement perdue, principalement par le piétinement si bien que son effet bénéfique reste limité.



**Figure 4:** Fort développement de *Cenchrus biflorus* aux abords immédiats d'un puits

Sur la strate ligneuse, la densité des principaux ligneux comme *Acacia tortilis*, *Balanites aegyptiaca* et *Acacia mellifera* a diminué à proximité des puits et la strate est devenue ensuite plus éclaircie aux abords des ouvrages plus anciens. Une modification de la physionomie de la végétation sur un rayon de 1 à 8 km autour des puits implantés sur sols sableux a été aussi observée. Les ligneux y ont été dispersés voire absents sur plusieurs centaines de mètres en raison de leurs utilisations multiples (combustibles, matériaux de construction, fourrage...). Certaines ligneux comme *Acacia tortilis* et *Balanites aegyptiaca* ont en revanche tendance à proliférer suite au déplacement du cheptel sur de longues distances éloignées du puits pour former des peuplements occupant de vastes étendues.

### 3-5. Effets de surpâturage sur la végétation

Les observations menées ont permis de constater des modifications végétales en relation avec les activités pastorales. Les principaux éléments qui caractérisent l'évolution régressive des parcours de la zone ont été la diminution du couvert végétal et le changement de sa composition floristique. Les observations diachroniques ont montré la disparition complète de certains faciès remplacés par d'autres qui sont indicateurs de stades de dégradation et d'ensablement. Au niveau de la strate ligneuse, le surpâturage a entraîné un éclaircissement et un recul des espèces les plus consommées par les animaux au profit des espèces plus résistantes à la dent animale comme *Balanites aegyptiaca* et *Acacia tortilis*. Le couvert ligneux s'est épaissi au fil de temps avec *Balanites aegyptiaca*, *Guiera senegalensis* et *Capparis decidua* tandis que *Acacia tortilis* a persisté sur les dômes et les pentes dunaires mais a complètement disparu au niveau des interdunes accentués. Au niveau de la strate herbacée, les dynamiques dans les deux zones ont été caractérisées sur sols sableux par la substitution de graminées annuelles à cycle relativement long (trois à quatre mois) comme *Aristida mutabilis* par d'autres annuelles plus résistantes à la pâture à savoir *Cenchrus biflorus*. Ensuite, celle-ci a cédé la place à des herbacées à cycle très court mais peu appréciées par le bétail comme *Zornia glochidiata*, puis la strate herbacée disparaît.

L'évolution régressive des parcours à *Blepharis spp.*, *Tephrosia bracteolata* et d'autres faciès à Légumineuses s'est traduite aussi par des stades où ces différentes espèces climaciques ont été remplacées par d'autres espèces de dégradation comme *Bergia suffruticosa*, *Polycarpea corymbosa*, *Chrozophora senegalensis* et *Spermacoce spp.* traduisant le surpâturage. Pour le niveau d'appréciation de l'intensité de la pression animale sur la végétation, l'étude a montré une pression pastorale et foncière généralisée. Elle a été caractérisée par une mise en culture de l'ensemble de l'espace pastoral dans un mouvement massif d'appropriation. Tous les 3 niveaux de perturbation (niveaux 1, 2 et 3) ont été observés avec une prééminence du niveau 3 où les pressions foncière et pastorale ont été les plus fortes (**Tableau 2**). Les conséquences de cette situation ont été la transformation des surfaces pâturées en pôles de peuplements permanents avec des mises en culture des abords immédiats des puits et de l'ensemble des rives des cours d'eau. Toutefois, ce sont les pâturages où les pressions anthropiques globales ont été faibles ou modérés (niveaux 1 et 2) qui ont montré une richesse floristique plus importante. Dans ces parcours, la contribution des herbacées diverses et des graminées annuelles a été évaluée à 43% du recouvrement global.

**Tableau 2 : Répartition des différents pâturages selon l'intensité de la pression anthropique**

	Pression anthropique globale		
	Niveau 1	Niveau 2	Niveau 3
Steppes herbacées à arbustives des ensablements et dunes de l'erg	3	2	8
Steppes herbacées à arbustives des glacis	2	3	7
Formations des plateaux sableux à dépressions fermées ou Ouadis	2	4	6
Formations denses des bas-fonds, mares et cours d'eau	0	0	5
<b>Total formations sous pression anthropique</b>	<b>7</b>	<b>9</b>	<b>26</b>

### 3-6. Une dynamique régressive assez nette entre les deux études

Le premier relevé a montré une végétation en état d'équilibre instable et une sensibilité remarquable aux aléas climatiques. La plaine a été arasée avec remobilisation du sol sous forme d'une couche poussiéreuse homogène. Quelques grandes dunes subsistaient parsemées de bois mort et des chicots qui ont affleuré avec quelques rejets verdoyants des ligneux comme *Acacia tortilis*. En comparaison au précédent, le second relevé a montré que les graminées vivaces n'ont guère évolué. Seuls quelques bas-fonds ont abrité des tapis très clairsemés. En revanche, le paysage a présenté lors de la deuxième étude un aspect général de rajeunissement avec abondance de jeunes plants de ligneux hauts de 30 cm à 1 m. Les microdunes formées par piégeage de bois mort ont été stabilisées par *Citrilluscoccolobus* et *Chrozophora senegalensis* dont les tiges ont enserré les ondulations formant ainsi des monticules. Cela a favorisé le développement des annuelles comme *Cenchrus biflorus*, *Schoenefeldia gracilis* et la germination de jeunes *Acacia tortilis*.

Dans la limite Nord de la zone, sur glaciaire limoneux, la végétation très contractée a formé de véritables fourrés qui ont épousé les accidents de microreliefs (crêtes et dépressions). Les segments de pente ont été occupés par une végétation ligneuse très éclaircie. En revanche, la deuxième étude a montré un nombre important de ligneux morts jonchant le sol. Le couvert herbacé avait pratiquement disparu laissant à nu un sol érodé et décapé avec une surface compactée et durcie. Une restructuration assez nette du couvert végétal a été aussi observée avec une dénudation atténuée des crêtes alors que de nombreux plants de *Acacia tortilis* et *Acacia seyal* ont formé un peuplement fermé d'une taille de 30 cm à 60 cm environ sur un sol jeune et remanié par colluvionnement. A la faveur des pluviosités normales des années 2005 à 2008, la contraction de la végétation avec enrichissement en dépressions observée lors de la première étude, a été compensée par la reprise sur les crêtes de nombreuses souches paraissant mortes depuis longtemps mais qui ont émis des rejets au niveau du tronc et des rameaux primaires. Les nombreux pieds de *Balanites aegyptiaca* morts observés lors de la première étude se sont désagrégés pour constituer des tumulus de piégeage colonisés par *Cenchrus biflorus* et *Eragrostis tremula*. Une autre particularité a été la reconstitution d'un sous-bois graminéen non négligeable dominé par *Achyrotes aspera* et *Dicliptera verticillata*. Dans les couloirs interdunaires évasés, c'est *Acacia laeta* et *Acacia mellifera* qui ont le plus souffert, comme l'ont montré les précédentes observations.

Le couvert herbacé des dunes a présenté une véritable remontée biologique avec diversification de la flore et augmentation de la biomasse herbacée. Certaines plages d'érosion ont même été recolonisées, avec une stabilisation des bordures par un couvert herbacé assez dense de *Cenchrus biflorus* et *Schoenefeldia gracilis*, un encroûtement de la concavité et d'importantes germinations mais éclaircies d'espèces pionnières comme *Alysicarpus ovalifolius*, *Spermacoce radiata* et *Chrozophora senegalensis*. Des espèces comme *Aristida mutabilis* précédemment absente en bas de pentes a prédominé même au sommet. Les faciès à *Chrozophora senegalensis* et *Tribulisterrestris* observés précédemment sous forme de parcours très pauvres avec une très forte proportion de sol nu ont complètement disparu. *Achyrotes aspera* et *Dicliptera verticillata* ont dominé sous les ligneux et ont été quasi absents dans certains sites. Les herbacées vivaces comme *Cymbopogon proximus*, *Panicum turgidum*, *Andropogon gayanus*, *Ceratotherca sesamoides* ont complètement disparues. Les arbres les plus communs comme *Acacia tortilis*, *Balanites aegyptiaca* et *Acacia mellifera* ont été les seuls présents dans l'ensemble de la zone.

#### 4. Discussion

L'étude a permis d'analyser et de comprendre le mécanisme d'évolution des végétations pâturées, dans le contexte de fortes pressions pastorales occasionnées par l'installation des puits pastoraux. L'ensemble de la zone d'étude a montré une succession d'unités pastorales très claires à relativement denses avec une productivité qui s'est située dans la limite établie pour la zone sahélienne [8]. La valeur pastorale des différents parcours a été influencée par la variation du nombre d'espèces des différentes catégories et leur contribution spécifique comme cela a été rapporté au Sud-Est du Burkina Faso [9]. La présence de gros troupeaux et leur mauvaise répartition, combinées à la diminution progressive de la complémentarité entre les espaces et les communautés ont engendré une rupture de l'équilibre entre la ressource disponible et les besoins du cheptel. En l'absence de toutes limites rationnelles externes sur les effectifs d'animaux, la capacité des pâturages est devenue maintenant limitative surtout dans les zones où les disponibilités en points d'eau et la répartition de la charge sur de plus grands espaces ne sont pas effectives. Toute fois, l'impact des troupeaux domestiques sur la flore et la végétation des parcours communautaires est difficile à quantifier en condition réelle à cause de la multifonctionnalité des espaces, des fluctuations saisonnières des effectifs qui rendent difficile la connaissance des charges animales réelles.

Cependant, plusieurs indicateurs simples permettent d'évaluer l'état des pâturages à partir desquels on peut appréhender les conséquences de la pression animale. Les indices le plus évidents ont été la destruction des caractères du sol, la diminution de ces réserves hydriques et de sa fertilité entraînant le plus souvent sa stérilisation et par voie de conséquence la régression de la productivité végétale [10]. Les évolutions constatées ont été la résultante de plusieurs facteurs (écologiques et anthropiques) dont les effets sont difficiles à différencier. Le climat influencerait la production de la biomasse herbacée, tandis que la pâture intense modifie la flore du moins dans sa composition [1]. Le bilan a mis également en évidence une forte pression qui dépasse très largement la possibilité d'accueil. La tendance est à l'homogénéisation telle que décrite au Sahel par [11]. Même si plusieurs auteurs [12,14] conseillent la prudence, nous pouvons affirmer que cette situation a été l'une des principales causes de dégradation des pâturages observée et de la sous-alimentation des animaux. Elle s'explique par la prolongation de la soudure pastorale due au retard significatif accusé par l'hivernage et le démarrage précoce de la soudure pastorale engendré par le déficit pluviométrique. La limite Nord de la zone a montré un potentiel fourrager assez médiocre (20% en moyenne) en raison de la présence d'espèces annuelles de valeur pastorale médiocre à nulle.

Dans l'ensemble, la strate herbacée a montré des signes nets de dégradation comme l'attestent les plages de sol nu occupant entre 30 à 60 % de la superficie totale avec une moyenne qui s'est située autour de 50 % et ce, quel que soit le type de sol. Le déficit alimentaire et le degré de surpâturage observés découlent de la forte utilisation de l'ensemble des parcours de la zone. En effet, le degré de surpâturage a atteint 75 % dans certains sites. Durant une grande partie de la saison sèche, l'ensemble de la zone supporte un cheptel important, maintenu par une disponibilité fourragère herbacée et un apport d'une strate ligneuse moins fournie. Malgré une certaine disponibilité fourragère ponctuelle, les pâturages des cordons dunaires et dépressions devront être exploités avec précaution en faisant éventuellement appel à la transhumance vers le Sud. La dégradation en auréoles autour des points d'abreuvement est due à l'affluence d'un grand nombre de cheptel durant la saison sèche vers un nombre réduit de points d'eau [3]. Bien que parfois spectaculaires, ces dégradations n'ont concerné que des surfaces limitées. Toutefois, l'intensité de l'évolution de la végétation à proximité des points d'abreuvement a été proportionnelle à leur ancienneté et dépendait grandement de la nature du sol. En effet, la compaction des sols suite aux piétinements n'est pas défavorable au développement de la biomasse herbacée [15].

D'ailleurs, contrairement aux observations de certains auteurs, l'encroûtement superficiel des sols n'est pas imputable pour le cas de notre zone d'étude, aux seuls effets du pâturage et du piétinement. Il peut être aussi attribuable à des facteurs naturels comme la granulométrie. En effet, il a été remarqué que l'apparition des croûtes de battance ou tâches nues pelliculaires sont très rares sur les sols à textures plus grossières, ceux-ci étant moins favorables à leur formation [16]. Les pâturages soumis à une très forte pression pastorale (niveau 3) ont été celles dont la productivité et la valeur pastorale ont été les plus faibles. En effet, sur les parcours très fréquentés, les espèces peu ou pas appréciées ont représentées 22 à 44% de la biomasse globale. Des situations similaires ont été aussi observées en zone soudano-sahélienne et sahélienne de l'Afrique de l'Ouest par [7,11]. Il est ressorti globalement une forte pression qui a dépassé très largement la possibilité d'accueil. Cette situation pourrait s'expliquer par la prolongation de la soudure pastorale due au retard significatif accusé par l'hivernage et le démarrage précoce de la soudure pastorale engendré par le déficit pluviométrique de la même année. Composés en grande partie des graminées annuelles, les parcours observés ont une productivité faible à moyenne. Leur charge annuelle théorique ne leur permet pas de supporter l'ensemble du cheptel. Ce qui justifie la transhumance. Cependant, en système d'élevage pastoral, la notion de capacité de charge n'a pas beaucoup de sens [17]. Elle permet tout simplement d'apprécier si une zone peut supporter ou non un effectif d'animaux donnée.

## 5. Conclusion

La présente étude a permis de constater la disparition de *Blepharis linearifolia*, espèce très recherchée par les éleveurs et l'ascendance de *Tribulus terrestris* sur les autres espèces. Certaines situations de surpâturages ont été aussi observées, caractérisées par une large distribution de *Cenchrus biflorus*. Au niveau de la strate ligneuse, des espèces plus résistantes à la dent animale comme *Balanites aegyptiaca* et *Acacia tortilis* ont colonisé de vastes espaces au profit des espèces très appréciées. Il a été également noté une emprise agricole en expansion, réduisant considérablement les zones de pâturage et amenant les troupeaux à se confiner dans une partie de la zone. Toutefois, dans la région, la gestion de l'espace pastoral autour des ouvrages hydrauliques semble être affectée de façon durable mais non irréversible en raison du libre accès qui a considérablement modifié leur exploitation en saison sèche. L'installation des puits dans les espaces pastoraux pâturables ont permis de lever les contraintes qui ne permettaient pas leur exploitation en saison sèche.

Les puits pastoraux ne constituent donc pas en soi une menace pour la production future de ces espaces. C'est pourquoi, afin d'assurer une bonne répartition des animaux et diminuer ainsi la pression sur les pâturages, la multiplication des puits à faible débit sans respect de maillage peut être envisagé dans la zone. Cependant, le développement de l'élevage dans la Région ne doit pas se limiter uniquement à l'extension du territoire pâturé par la multiplication des points d'abreuvement. En outre, la faible connaissance de l'offre (eau et pâturage) ne facilite pas la définition d'une stratégie de gestion efficace. L'évaluation des charges réelles sur les différents types de parcours serait donc souhaitable pour une bonne répartition des troupeaux et une exploitation rationnelle des pâturages. Les données sur les modes d'exploitation du parcours sont également inexistantes. Leur rapport avec la disponibilité et l'exploitation des autres ressources devrait être précisé. L'utilisation de certains paramètres comme la fréquentation du forage permettra aussi de connaître la charge réelle des parcours et son évolution. Il faudra inscrire la stratégie de sécurisation de la mobilité dans une dynamique d'aménagement du territoire et de gestion concertée de l'espace et des ressources.

### **Remerciements**

*Les auteurs remercient le Programme d'Hydraulique Pastorale au Tchad Central (Almy Al Afia Phase II) pour le financement des activités de recherches ayant abouti à cette publication.*

### **Références**

- [1] - B. THEBAUD, Politique d'hydraulique pastorale et gestion de l'espace au Sahel. *Cah. Sci. Hum.* 26 (1-2) (1990) 13-31.
- [2] - S. AUBAGUE, A. A. MANNANY, P. GRIMAUD, Difficultés de transhumance des chameliers dans le Tchad central liées aux aléas climatiques. *Sécheresse* (2011) 22 : 25-32.
- [3] - H. BARRAL, Le Ferlo des forages. Gestion ancienne et actuelle de l'espace pastoral, Paris, ORSTOM (1982).
- [4] - R. D. CHILD, F. H. HEADY, W. C. HICKEY, R. A. PETERSON, R. A. PIEPER, Arid and semiarid lands: Sustainable use and management in developing countries. Petit Jean Mountain/Morrilton, Winrock, International (1984) 161-186.
- [5] - J. BRAUN-BLANQUET, Pflanzensociologie. 3. ed. Wien : Springer, (1964).
- [6] - H. D. KLEIN, I. KEITA, J. G. MESNIL, Trois années d'activités agropastorales en république du Niger. Production et valorisation des pâturages sahéliens (ranch d'Ekrafane) et des fourrages irrigués (station de Kirkissoye). IEMVT, Maisons-Alfort, (1981).
- [7] - E. BOTONI LIEHOUN, P. DAGET, J. CESAR, Activités de pâturage, biodiversité et végétation pastorale dans la zone Ouest du Burkina Faso. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 59 (1-4) (2006) 31-38.
- [8] - B. TOUTAIN, O. TOURE, F. REOUNODJI, Etude prospective de la stratégie nationale de gestion des ressources pastorales au Tchad. Rapport final (2000).
- [9] - O. OUEDRAOGO, Phytosociologie, dynamique et productivité de la végétation du parc national d'Arly (Sud-Est du Burkina Faso). Thèse de Doctorat Unique, Université de Ouagadougou, Burkina Faso (2009).
- [10] - J. ARONSON, C. FLORET, E. Le FLOC'H, C. OVALLE, R. PONTANIER, Restoration and rehabilitation of degraded ecosystems in arid and semi-arid lands. II. Case studies in Southern Tunisia, Central Chile and Northern Cameroon. *Restoration Ecology* (1) (1993) 168-186.
- [11] - HIERNAUX P. Effects of grazing on plant species composition and spatial distribution in rangelands of the Sahel. *Plant Ecology*, (1998) 33: 387-399.
- [12] - P. DAGET, M. GODRON, Pastoralisme : troupeaux, espaces et sociétés. Collection « Universités francophones ». Evreux : Hatier;Aupelf-Uref, (1995).
- [13] - G. BOUDET, Manuel sur les pâturages tropicaux et les cultures fourragères. Manuels et Précis d'élevage, n°4. Paris : Institut d'élevage et de médecine vétérinaire des pays tropicaux (IEMVT) ; Ministère de la Coopération et du Développement, (1991).
- [14] - F. W. T. PENNING DE VRIES, M. A. DJITEYE, La productivité des pâturages sahéliens. Une étude des sols et des végétations et de l'exploitation de cette ressource. *Center For Agricultural Publishing and Documentation*, WAGENINGEN, (1982).
- [15] - H. BARRAL, Systèmes de production d'élevage au Sénégal dans la région du Ferlo — Synthèse de fin d'études d'une équipe de recherches pluridisciplinaire. Dakar, ISRA—ORANA ; France, OCCGE ; GERDAT — ORSTOM (1983).
- [16] - A. T. DIOP, O. SY, A. ICKOWICZ, I. TOURE, Politique d'hydraulique et gestion de l'espace et des ressources dans la région sylvopastorale du Sénégal (Ferlo) — Synthèse des études sur la politique hydraulique en Zone Sylvopastorale (ZSP) ou Ferlo, (2005).
- [17] - B. TOUTAIN, A. MARTY, A. BOURGEOT, A. ICKOWICZ et P. LHOSTE, Pastoralisme en zone sèche. Le cas de l'Afrique subsaharienne. *Les dossiers thématiques du CSFD*. N°9. Février 2012. CSFD/Agropolis International, Montpellier, France (2012)