



Fodder Availability in the Agoufou Pond Watershed in the Malian Gourma

Goita Amidou, Kone Abdoul Kader and Karembe Moussa

EasyChair preprints are intended for rapid dissemination of research results and are integrated with the rest of EasyChair.

June 16, 2020

Titre : Disponibilité fourragère dans bassin le bassin versant de la mare d'Agoufou dans le Gourma Malien.

Amidou GOÏTA¹, Abdoul Kader KONE², Moussa KAREMBE³

1. Université des sciences, des techniques et des technologies de Bamako (USTTB) Faculté des sciences et techniques Colline de Badalabougou, ancien Lycée Badala B.P.E2811-FAST223.Bamako Mali (ML). Email : amidougoita@gmail.com
2. Institut d'Economie Rurale (IER) CRRA de Sikasso, BP : 16, Sikasso, Mali. E-mail : dielani2007@yahoo.fr
3. Université des sciences, des techniques et des technologies de Bamako (USTTB) Faculté des sciences et techniques Colline de Badalabougou, ancien Lycée Badala B.P.E2811-FAST223.Bamako Mali (ML). Email : mkaremb@yahoo.fr

Résumé

Agoufou, un point d'eau temporaire au sahel dans le gourma malien depuis les années 1950 est devenu pérenne en 1990 sous l'effet du changement climatiques. Les ressources naturelles du bassin ont connu diverses pressions anthropiques dues à l'installation des villages et la transhumance. L'objectif du présent travail est d'étudier les effets du changement climatique sur la disponibilité fourragère dans le bassin versant d'Agoufou avant et après les grandes sècheresses de 1974 et 1984. La méthodologie adoptée a consisté à la détection des changements de l'occupation du sol à partir de images satellitaires multitudes (ETM et ETM+OLI/TIR) couplées avec les sorties terrains afin d'identifier les causes de la pérennisation de la mare et de l'augmentation de son plan d'eau.

Une évaluation périodique de la disponibilité fourragère a permis de comprendre l'état des formations végétales. Il ressort de cette étude que les changements climatiques constituent une menace accrue sur la production et la disponibilité de la biomasse herbacée. La pression du cheptel autour de la mare constitue un facteur de dégradation du fourrage disponible. La disponibilité du fourragé herbacée est fonction de distance à la mare dans le temps et dans l'espace. Les mois d'avril-mai connaissent les plus grandes distances allant à 15 km de la mare.

Mots clefs : *changement climatique, ressources pastorales, disponibilité, bassin versant d'Agoufou.*

Abstract :

Agoufou, a temporary water point in the Sahel in the Malian gourma since the 1950s became permanent in 1990 due to climate change. The natural resources of the basin have experienced various anthropogenic pressures due to the settlement of villages and transhumance. The objective of this work is to study the effects of climate change on fodder availability in the Agoufou watershed before and after the great droughts of 1974 and 1984. The methodology adopted consisted in detecting changes in land use from multivariate satellite images (ETM and ETM+OLO/TIR) coupled with land outputs in order to identify the causes of the perpetuation of the pond and the increase in its water level.

A periodic assessment of the availability of forage enabled the state of the plant formations to be understood. This study showed that climate change is an increased threat to the production and availability of herbaceous biomass. Livestock pressure around the pond is a factor in the degradation of available forage. The availability of herbaceous forage is a function of distance from the pond in time and space. The months of April-May have the longest distances of 15 km from the pond.

Keywords: *climate change, pastoral resources, availability, Agoufou watershed, Mali gourma.*

INTRODUCTION :

Les épisodes de sécheresse des années 1972 et 1984 ont durablement affecté les écosystèmes sahéliens dans les régions nord du Mali. Ces changements climatiques ont beaucoup modifié les systèmes de production agropastoraux notamment les règles de gestion des ressources naturelles par les populations Diallo et al. (2011). Dans le gourma, malgré une pluviométrie en dessous de la moyenne, l'accroissement du volume d'eau des mares temporaires persiste pendant une longue période de la saison sèche (Gardelle et al. 2010, Leblanc et al. 2008). Dans le bassin de la mare d'Agoufou du gourma malien, ces ressources naturelles constituent un réservoir potentiel des ressources pastorales. Les dynamiques saisonnières observées de 2009 à 2011 sont conformes à la tendance du régime des mares observées depuis les années 1950 qui a été étudié sur les mares de tout le centre Gourma, y compris celles de la commune de Hombori (Gardelle et al. 2009). En 1991, en référence à une année pluviométrique très favorable que cette mare temporaire a fini par devenir pérenne ; en témoignent les vestiges des grands arbres (*Anogeissus leiocarpus*) au fond de la mare. C'est la stagnation de l'eau qui est à l'origine de la mort des arbres à la suite de la pourriture de leurs racines

par le phénomène d'asphyxie (Diarra, 2011). Cette dynamique des points d'eau de surface a un impact très important sur les activités d'élevage dans la mesure où le volume et surtout le calendrier des disponibilités en eau, gratuite et accessible à tous, sont modifiés. La mare d'Agoufou contribue à une importante augmentation de la charge animale en toutes saisons sur le nord et l'est de la commune de Hombori (Diawara, 2010). Les ressources naturelles du bassin versant de la mare d'Agoufou suscitent une grande convoitise et en conséquence une forte compétition à cause de sa situation géographique entre la région de Mopti et celle de Tombouctou. En plus des agropasteurs sédentaires, les éleveurs nomades et transhumants viennent du delta intérieur du Niger (Bourgou), du Burkina Faso et même du Niger. Cette exploitation multiforme des ressources du bassin fait l'objet de certains conflits depuis quelques années entre les différents acteurs qui interviennent sur le site. Ces événements extrêmes enregistrés ont des impacts directs sur les ressources pastorales qui font l'objet de cette recherche. La présente recherche se propose de caractériser les ressources pastorales dans le bassin versant de la mare d'Agoufou dans le contexte du changement climatique et suscite à des objectifs suivants : i) estimer l'évolution du fourrage disponible dans le temps et dans l'espace au niveau du bassin versant de la mare d'Agoufou ii) déterminer de la capacité de charge du bassin versant de la mare d'Agoufou et iii) déterminer la variation spatio-temporelle de la surface de la mare d'Agoufou dans le Gourma malien ;

1. MATERIEL ET METHODES

1. 1. Présentation de la zone d'étude

Le bassin versant de la mare d'Agoufou s'étend entre 1° 43' 39" et 1°26' 51" de la longitude ouest et 15° 20' 17" et 15° 30' 00" de la latitude nord. Il couvre une superficie estimée à 28 634,18 ha avec un périmètre de 17 200 m. Du Nord au sud, il est distant environ de 19 km d'est en ouest et de 30 km nord-sud. Il est situé à la limite des communes rurales de Hombori au Nord et au sud-ouest de celle Gossi, à la limite sud-est de celle d'Inadjatafane. Au plan administratif, le site est à cheval sur deux cercles, Gourma-Rharous dans la région de Tombouctou et Douentza dans celle de Mopti. Le bassin de la mare d'Agoufou est traversé par la route nationale RN15 reliant Sévaré à Gao sur près de 400 km bitumée, l'accès est assuré par les transports en commun qui desservent Gao. (cf. carte de localisation).

1.1.1. Climat

La pluviométrie moyenne des 24 dernières années est de 353,5 mm au Sahel. Les années les moins pluvieuses sont 1987, 1997 et 2004 avec moins de 186,8 mm tandis que les années les plus arrosées sont 1994, 1999 et 2010 avec plus de 585 mm (DNM, 2018). (cf. fig1).

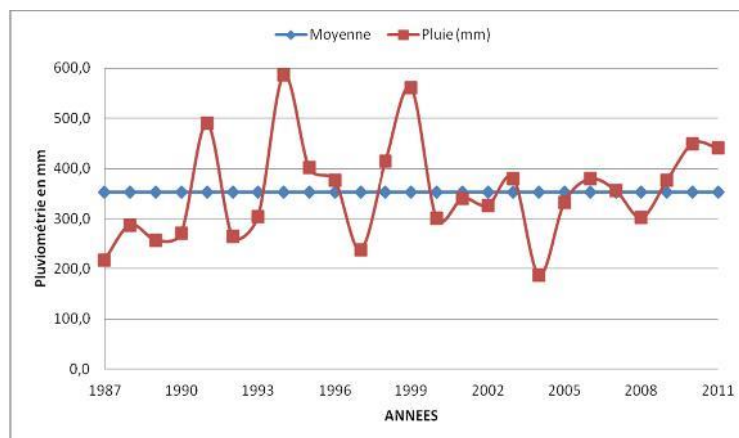


Figure 1: La pluviométrie moyenne annuelle dans le bassin. *Source : DNM, 2018* NB : La Station d'Hombori n'est plus opérationnelle depuis 2012 suite à l'insécurité.

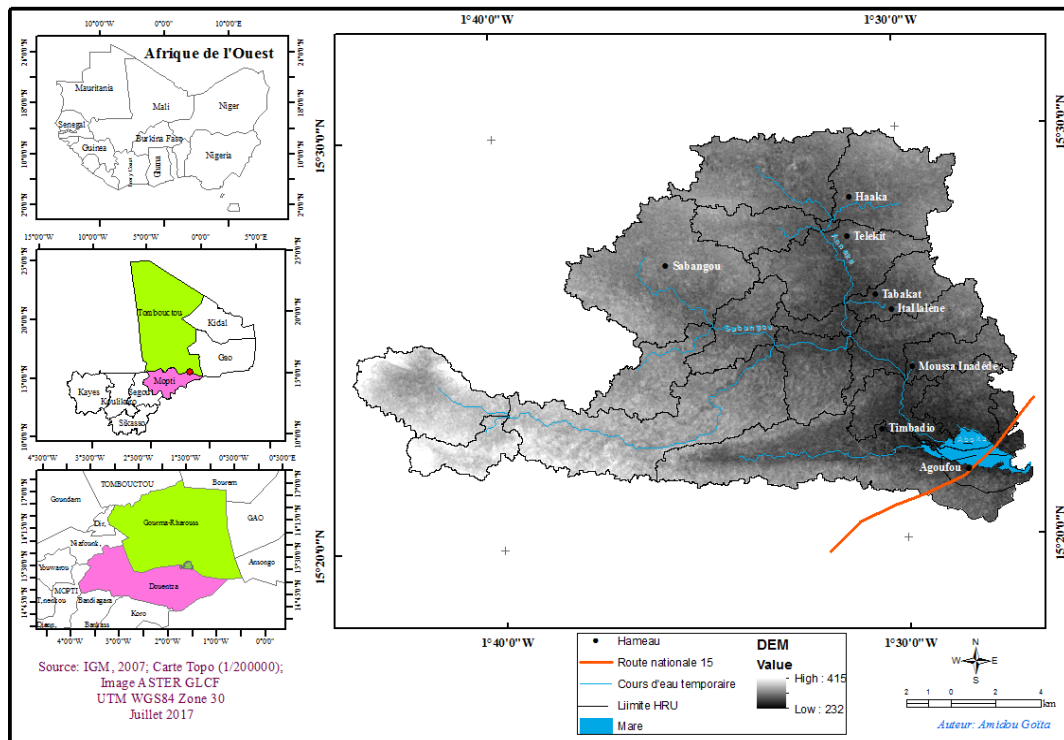


Figure 2: Carte de présentation de la zone d'étude

1.2. Collecte de données

1.2.1. Méthode de délimitation des parcelles agricoles

Pour mener à bien cette étude Google Earth a été utilisée pour délimiter les champs. Ce sont des champs clôturés en haie morte alors bien identifiables sur l'image. Le GPS a été mis à profit pour retrouver ces champs et consolider les résultats.

1.2.2. Méthode d'échantillonnage des sites d'observation

Après la cartographie des unités de formation végétale, nous avons déterminé trois types de formation végétale et trois types d'unité géomorphologique. Les unités de formation végétale sont constituées de la savane arbustive dense, de la savane arbustive semi-dense et de la savane arbustive dégradée ou éparse. Quant aux unités géomorphologiques, elles sont constituées des plaines inondables, des replats dunaires, des dunes et regs. À cet effet, sur la base de ces deux entités (types de formation végétale et unités géomorphologiques), nous avons effectué un échantillonnage stratifié pour l'estimation de la biomasse herbacée. Au total, il a été déterminé 17 sites dont la répartition par type de formation végétale et unités géomorphologiques est rapportée dans la formule ci-dessous. Les expressions des indices de diversité sont :

- L'indice de Shannon-Weaver

$$H' = -\sum_{i=1}^S (P_i) \log_2 P_i$$

i = une espèce du milieu d'étude

P_i = Proportion d'une espèce i par rapport au nombre total d'espèces (S) dans le milieu d'étude,

$\log P_i$ est ici le logarithme à base 2 de P_i

H' = Indice de Shannon varie de 0 à $\log S$.

Au cours de cette étude, nous avons déterminé la production de la biomasse herbacée sèche et suivi la disponibilité fourragère dans le bassin.

1.2.3 Détermination de la production de biomasse herbacée

Pour la détermination de la biomasse herbacée dans le bassin, nous avons eu recours à un certain nombre de matériels techniques définis comme suit :

- Un plateau métallique de 25 cmX25 cm pour la délimitation de l'aire de la biomasse à couper et une faucille pour prélever la matière herbacée ;
- Les fiches de relevés phytoécologiques pour noter les données collectées ;
- Un appareil photo pour illustrer les activités sur le terrain ;

- Un GPS modèle Garmin pour le géoréférencement des sites ;
- La flore du Sénégal (Berhaut J., 1967) pour l'identification des espèces ;
- Un crayon papier pour l'enregistrement des données.

Pour l'estimation de la biomasse, il a été choisi quatre placeaux à l'intérieur de chacune des 17 parcelles de 50 m x 50 m. À l'intérieur de chaque placeau, toute la biomasse sur pied a été coupée à l'aide d'une faucille et mise dans une tasse. À l'aide d'une balance électronique, la biomasse dans la tasse a été pesée pour déterminer le poids exprimé en gramme. Dans chaque parcelle, la biomasse des 04 placeaux a été mélangée pour prendre un échantillon composite.

L'échantillon composite a été pesé pour déterminer son poids puis mis dans un sac à creton avec une étiquette qui porte le numéro du site. Tous les échantillons composites ont été séchés pour la détermination de la matière sèche. Le poids sec des échantillons a été rapporté à l'hectare afin de déterminer la production de matière sèche.

1.2.4 Suivi de la disponibilité de biomasse herbacée à l'échelle du Bassin

Dans le cadre de la mise en œuvre de cette activité, un passage périodique (chaque deux mois) dans les 17 parcelles de 50 m x 50 m a été effectué afin de collecter la masse présente. À chaque passage, à l'aide d'une balance électronique et d'un plateau métallique la masse disponible a été pesée dans la tasse pour déterminer le poids exprimé en gramme. Ensuite, des cartes de disponibilité ont été établies à l'échelle du bassin pour les différentes périodes de suivi.

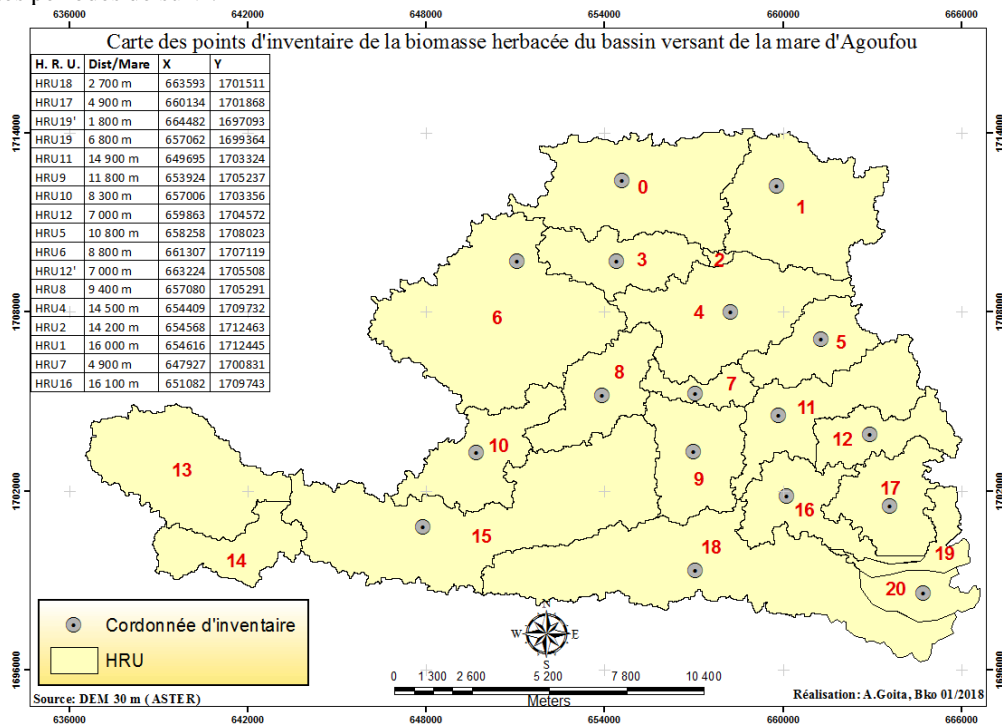


Figure 3 : Carte des points d'inventaires de la biomasse herbacée

1.2.5 Détermination de la capacité de charge

La capacité de charge est le nombre d'unité bétail tropical (UBT) qu'un pâturage peut supporter sans se détériorer (Boudet, 1984).

Elle est calculée sur la base de la production maximale de biomasse en prenant en compte la fraction utilisable qui est de 1/3, puis la consommation journalière d'une UBT.

$$CC = \frac{PMB * k}{6,25 * P}$$

- Soit CC : Capacité de charge
- PMB : Production maximale de biomasse
- K : la fraction de biomasse utilisable
- 6,25 : consommation journalière d'une UBT
- P : période d'utilisation du pâturage soit 8 mois

1.2.6. Etablissement du bilan fourrager

Le bilan fourrager est l'un des indicateurs clé du suivi évaluation des pâturages. Il permet de maintenir l'équilibre entre le disponible fourrager et le besoin animal. Il a été calculé à l'aide la formule suivante :

Bilan fourrager= Disponible fourrager(TMS)-Besoin animal (TMS)

Les paramètres suivants ont été pris en compte

Disponible fourrager :

- La production de phytomasse herbacée en tenant en compte la fraction utilisable 1/3 (Toutain et Lhoste, 1978)
- La production de résidus de culture, la principale spéculatation cultivée dans le bassin est le mil. La fraction utilisable de ce dernier est de 35% (Toutain et Lhoste, 1978)
- La superficie pâturable du bassin.
- Dans ce bilan la production de la biomasse aérienne n'a pas été prise en compte.

Besoin animal

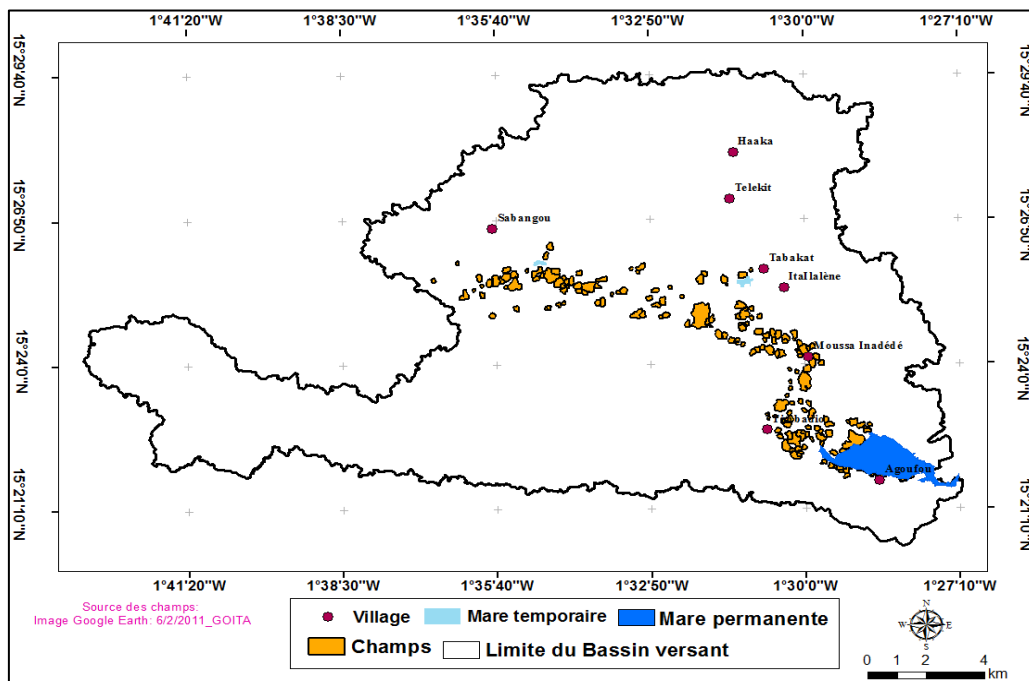
- Les effectifs du cheptel ont été convertis en UBT (Meyer, 2019) ;
- La consommation journalière de l'UBT qui 6,25 kg MS (Boudet, 1983) ;
- La période d'utilisation de pâturage qui est de 9 mois soit 270 jours

2. RESULTATS ET DISCUSSIONS

Les principaux résultats portent l'anomalie de la pluviométrie dans le bassin, l'estimation de la production de la biomasse herbacée et le suivi de la disponibilité fourragère dans le bassin de la mare d'Agoufou, le suivi de la disponibilité fourragère à l'échelle sous bassin du bassin versant d'Agoufou, la disponibilité fourragère à l'échelle distance de la mare dans le temps.

2.1. Les champs comme facteur de réduction de l'espace pastorale.

Le bassin d'Agoufou est une zone d'élevage par excellence. Aujourd'hui, la pratique tend à être menacée par l'installation des champs. Cette installation s'est faite progressivement avec la sédentarisation des populations dans le bassin depuis la pérennisation de la mare en 1991 (Hama MAÏGA). Ces champs sont installés tout au long des chenaux d'alimentation et au tour de la mare soit 235 parcelles au total. Les conflits entre agriculteurs et éleveurs a comme source principale les champs qui obstruent les chemins d'accès à la mare. L'agriculture dans le bassin est extensive caractérisée par le système de bocage, c'est-à-dire des champs fermés (clôturés) par des haies mortes, contrairement aux principes de la couverture permanente du sol par les résidus de récoltes en agriculture de conservation. A la récolte les résidus sont conservés aux animaux du seul propriétaire. Elle est pratiquée par les sédentaires sonrhais, tamachèques hydrophanes, mossi, dogon et peulhs.



Carte 4 : Les parcelles agricoles dans le bassin

2.2. Effectif des troupeaux dans le bassin de la mare d'Agoufou

Le tableau 5 rapporte l'effectif des troupeaux (sédentaires et transhumants) qui pâturent dans le bassin de la mare d'Agoufou selon le recensement de 2014-2015 (HEP-Sahel, 2011, Diarra F., 2015). Il ressort de la lecture du tableau que le bassin de la mare d'Agoufou est exploité par deux types de troupeaux qui sont les sédentaires et les transhumants. Les troupeaux sédentaires sont constitués de plusieurs types d'animaux, dont les bovins, ovins, caprins, asins et dromadaires. L'effectif total de ces troupeaux sédentaires recensés en 2014 est de 1774 têtes (Enquête, 2014). Quant aux troupeaux transhumants, leur effectif est environ 60 000 têtes par an. Ainsi, en 2014 le nombre total d'animaux domestiques dans le bassin est de 1774 têtes.

Tableau1 : Effectif des troupeaux dans le bassin de la mare d'Agoufou.

Cheptel	Troupeaux sédentaires	Troupeaux transhumants	Cumul
Bovin	720	60000	60720
Ovin	486	-	486
Caprin	433	-	433
Asin	86	-	86
Dromadaire	49	-	49
Total	1774	60000	61774

2.3. Estimation de la production de la biomasse herbacée et le suivi de la disponibilité fourragère dans le bassin de la mare d'Agoufou.

La productivité des pâturages sahéliens varie d'une année à l'autre avec la pluviosité. Des estimations de productivité devraient être effectuées chaque année en fin de saison pluvieuse, afin d'évaluer les possibilités de charge admissibles au cours de la saison suivante. La production de biomasse dans le bassin d'Agoufou varie suivant les unités d'occupation du sol et formation végétale, ainsi les savanes arborées et les savanes arbustives inter dunaires ont une productivité élevée en biomasse par rapport aux savanes arbustives sur dunes stabilisées et aux savanes arbustives éparses sur sol argileux.

Dans le bassin d'Agoufou, la disponibilité fourragère est question de distance, de saison et effectif du troupeau.

2.4. Suivi de la disponibilité fourragère à l'échelle sous bassin du bassin versant d'Agoufou.

La carte 8 illustre la dynamique de la disponibilité fourragère par sous- bassin dans le bassin versant de la mare d'Agoufou d'octobre 2016 à février 2017. Il ressort de cela que la production de la biomasse herbacée connaît une baisse de rendement tous les deux mois. Le rendement maximum par sous-bassin ou HRU qui était de 580 kg/ha MS en octobre est passé à 270 kg/ha MS en décembre soit une régression de 50 % de production. En février 2017, il n'y avait pas de paille disponible sur le terrain, et cela dans tous les sous-bassins retenus. La disponibilité fourragère dans un parcours est un bon indicateur de pression pastorale. Elle a été suivie par sous-bassin (HRU) d'octobre 2017 à février 2018 sur l'ensemble du bassin versant de la mare d'Agoufou. La biomasse herbacée disponible sur le terrain en fin hivernage connaît une forte régression (50 %) tous les deux mois. En effet, sur 9 mois environ de saison sèche les animaux n'ont presque rien à brouter dans les pâturages pendant 5 mois. Ceci entraîne de fortes mortalités du cheptel par manque d'alimentation en saison sèche notamment les mois d'avril, mai et juin.

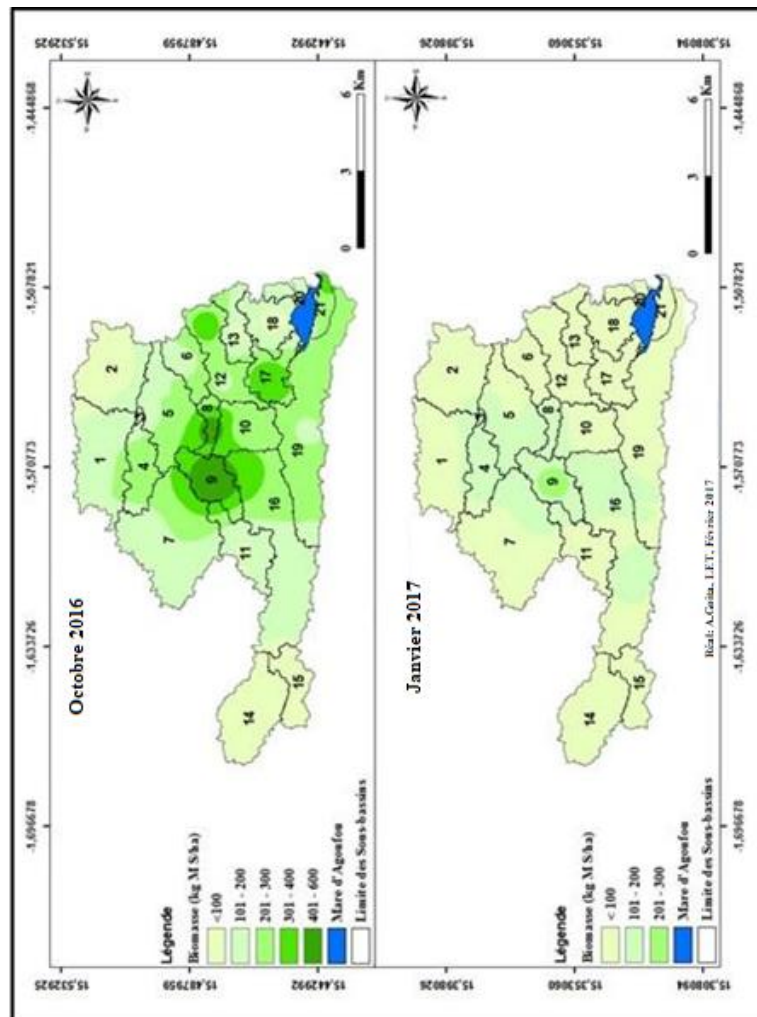


Figure 5 : Dynamique de la disponibilité fourragère par sous- bassin dans le bassin versant de la mare d'Agoufou

2.5. Détermination de la capacité de charge

La production de biomasse autorise des charges variables en fonction des unités de formation végétales. La savane arbustive dense avec une production de 1,73 T MS/ha autorise une capacité de charge de 0,34 UBT/ha pour 9 mois. La savane arbustive moins productive (1,1T MS/ha) que la précédente autorise une charge de 0,22 UBT/ha pour la même période. L'unité de formation la moins productive est la savane dégradée avec une production 0,265 TMS/ha soit une capacité de charge de 0,05 UBT/ha. Dans le bassin versant l'ensemble des unités de formation ont d'un demi-UBT par ha. Cela s'explique par faible production de la biomasse qui est conditionné par le facteur climatique.

Tableau 2: Capacité de charge par unité de formation végétale

Unité Formation Végétale	Production de biomasse	Capacité de charge
SAD	1730	0,34
SA	1100	0,22
SAE	820	0,16
SD	265	0,05

Légende : SAD : Savane arbustive dense ; SA : Savane arbustive ; SAE : Savane arbustive éparsé ; SD : Savane arbustive dégradée.

2.6. Bilan fourrager

Le bilan fourrager est un indicateur clé de suivi évaluation des pâturages. Il permet de maintenir l'équilibre entre le disponible fourrager et le besoin animal dans la zone concernée. Dans le bassin versant de Agoufou le disponible fourrager est égal à 37430 t MS et le besoin animal est égal à 82329 TMS. Le bilan fourrager du

bassin est déficitaire avec – 44899 TMS soit un écart de -45,46%. Cela veut dire que la production herbacée et résidus de culture est inférieure à la capacité de d'accueil du cheptel.

2.7. Disponibilité fourragère à l'échelle distance de la mare dans le temps et dans l'espace

Les pâturages sont disponibles et abondants pendant les mois d'Aout à octobre dans tout le bassin. Ils commencent à manquer aux mois de novembre à décembre sur une distance de quatre (04) kilomètres.

Les mois d'Avril à Juin sont les plus dépourvus en herbacés, le peu de ressources est disponible sur distance allant de huit (08) à quatorze (14) kilomètres cf. carte 07.

Et cet état de fait est identique tous les ans depuis les années 1992, après la pérennisation de la mare selon nos enquêtes. Les relevés phytocécologiques devraient être effectué continuellement afin d'évaluer les possibilités de charge admissibles au cours de la saison suivante.

Malheureusement, les mesures strictes d'interdiction de rouler les engins à deux roues dans la zone d'étude faute d'insécurité qui prévaut avec ses corollaires de vandalisme, de braquage et de pillages dans la zone, les travaux à des distances lointaines de la mare est périlleux.

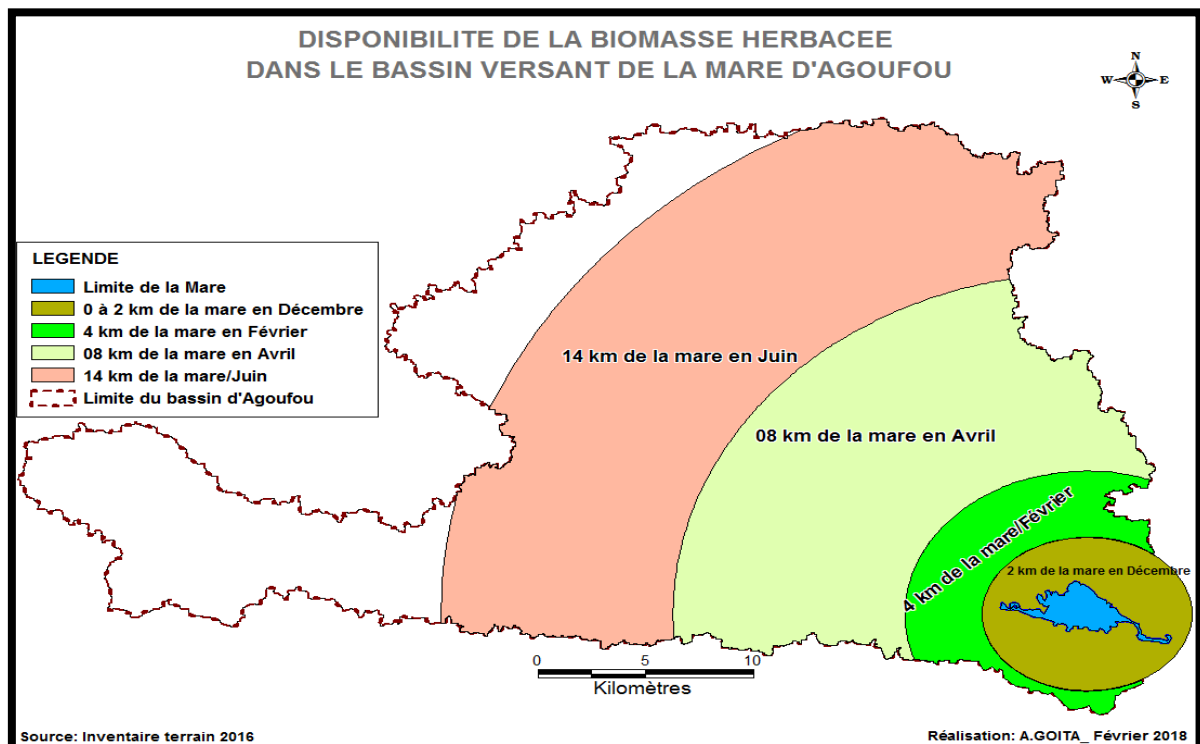


Figure 6: Disponibilité de la biomasse herbacée dans le bassin versant d'Agoufou

3. DISCUSSION

Des résultats similaires ont été rapportés par Kanambaye (2014) dans le cadre d'une étude d'impact des changements climatiques sur l'évolution du système d'élevage transhumant dans les zones de Niore et Diéma. Ces résultats confirment aussi ceux de Abdoulaye (2008), qui a travaillé sur l'analyse paysanne sur les causes et conséquences du changement climatique sur la gestion des ligneux fourrages dans le bassin du fleuve Sénégal au Mali. Selon Coulibaly (2011), c'est en novembre et décembre de chaque année qu'on rencontre le maximum d'animaux autour de la mare avec un effectif pouvant atteindre 20 000 bovins et autant de caprins et ovins. Ceci entraîne une surcharge en cheptel de la zone. Le bassin d'Agoufou supporte à peine la moitié de la charge qu'il subit et par conséquent, très sûr pâturé, à la limite de la dégradation totale de ses ressources (Djibo, 2011, Diarra F, 2015).

3.1. Estimation de la production de la biomasse herbacée et le suivi de la disponibilité fourragère dans le bassin de la mare d'Agoufou

Ces résultats sont corrélés avec ceux de (Djibo, 2011, Diarra, 2015) qui a travaillé sur la densité ligneuse dans le bassin de la mare d'Agoufou. Les arbres sont plus denses dans les interdunes que sur les dunes et c'est au niveau de ces premières qu'aussi la production herbacée est importée (Hiernaux et Akpo, 2012). En effet, selon Akpo (1998 et 2006) et Amevor (2011), le couvert ligneux influe positivement sur la production et la diversité herbacée au Sahel. L'eau étant le facteur limitant pour les pâturages au Sahel (Penning de

Vries et Djitèye, 1982, Diarra F,2015), elle est plus disponible sous les arbres que hors des arbres.

3.2. Suivi de la disponibilité fourragère à l'échelle du bassin d'Agoufou

Des résultats similaires ont été rapportés par Karembé et al, (2008), après un suivi de la disponibilité de la paille entre 2007 et 2008 dans le bassin du fleuve Sénégal au Mali. Ces derniers soulignent une abondance de la ressource au mois d'octobre et sa rareté en janvier. Selon ces auteurs, le mois de mai constitue la période critique où cette disponibilité est inférieure à 5% de la phytomasse optimale obtenue au pic de la végétation et cela, quelle que soit la zone bioclimatique. De même Hiernaux et al, (2011), après un suivi de la paille en saison sèche dans le Gourma, rapportent un taux de dégradation mensuel proche de 50 % de la strate herbacée. Cette forte dégradation s'explique selon eux en partie par la dispersion des diaspores et une très forte charge pastorale.

CONCLUSION

Au terme de ce travail, on peut retenir que :

- À cet effet, sa superficie s'est réduite de plus 80 % en 7 mois en 2014 ;
- la production de biomasse herbacée est assez variable d'un sous-bassin à un autre. Elle varie de 90 kg MS à 580 kg/ha MS. Cette production est dans son ensemble plus importante dans les savanes arbustives denses (inter-dunes) que dans les savanes arbustives éparses sur les dunes ;
- la disponibilité fourragère ne dure que 4 mois sur 9 mois de saison sèche, il n'y a pratiquement pas de pâturage pendant 5 mois dans le bassin.

En perspectives, il serait intéressant de continuer cette étude sur le long terme tout en augmentant le nombre de sites et si possible pendant des années contrastées du point de vue de la pluviométrie. La mare étant totalement exposée aux différentes agressions, des techniques de sa protection méritent d'être entreprises à travers des actions de Gestion durable des terres et des eaux (GDTE) et aussi l'érection des fermes agricoles intégrées (FACI).

REFERENCES

1. Abdoulaye F., 2008. Perception paysanne sur les systèmes d'élevage et la gestion des ligneux fourragers dans le bassin du fleuve Sénégal au Mali. Mémoire d'Ingénieur de fin de cycle (Eaux et forêts). IPR/IFRA de Katibougou ; 53p.
2. Akpo L. E. 2012. Influence du couvert ligneux sur la structure et le fonctionnement de la strate herbacée en milieu sahélien. Les déterminants écologiques. Thèse 3e cycle, département biologie végétale. Université. Cheikh Anta Diop (UCAD), Dakar, Sénégal,173p.
3. Akpo L. E., Masse D. et Grouzis M., 1998. Valeur pastorale de la végétation herbacée de jachères soudaniennes en Haute-Casamance, sud Sénégal. Séminaire international « La jachère en Afrique tropicale : rôles, aménagement, alternatif ». Dakar, 13 au 16 avril. CORAF/IRD/ISRA. 13p.
4. Amevor K. A., 2011. Effet du gradient climatique sur la production et la biodiversité des herbacées au Mali. Mémoire de fin de cycle de DEA à la FST, 52p.
5. Boudet G., 1978. Manuel sur les pâturages tropicaux et les cultures fourragères (3^e édition). IEMVT. Ministère de la coopération, Paris,258P.DAGET P. et GODRON M., 1995. Pastoralisme, Troupeaux, espaces et sociétés. Universités francophones, AUPELF-UREF.510p.
6. Boudet, 1983. Les pâturages et l'élevage au Sahel. Institut d'élevage et de médecine vétérinaire des pays tropicaux. Fond Documentaire ORSTOM. N° 3526. Cote B. 5 pages.
7. Boudet, G. 1984. « Problèmes posés par l'estimation de la capacité de charge d'un pâturage naturel tropical ». In Acte de collgue Bamako/Mali, Bamako-Mali, 265-267 p.
8. Diarra F., 2011 Rapport de stage, Étude de l'occupation des terres et parcours dans le bassin versant d'Agoufou. Laboratoire d'Écologie Tropicale (FST) 2011, 47p.
9. Djibo B., 2011. Caractérisation des Ressources Agropastorales du Bassin versant de la Mare d'Agoufou dans le Gourma Malien, DEA, FAST, 2012, 75p.
10. Diawara M., 2010. Quantifier les dynamiques associées de la charge animale et des ressources fourragères en saison sèche, le cas des parcours sahéliens du Gourma Malien. Mémoire Master PARC, SupAgro-Université des Sciences et Techniques du Languedoc, Montpellier, 47p.
11. Gardelle J., Hiernaux P., Kergoat L., Grippa M., 2010. Less rain, more water in ponds: a remote sensing study of the dynamics of surface water from 1950 to present in pastoral Sahel (gourma region, Mali). *Hydrology and Earth System Sciences*, 324p.
12. Goïta A., 2013. Effet du changement climatique sur la dynamique des ressources naturelles dans le Gourma Malien : cas du bassin de la mare d'Agoufou. Mémoire de DEA « Gestion des Zones Humides et Développement Durable », ISFRA. Bamako, 91p.

13. Toutain et Lhoste, 1978. Essai d'estimation du coefficient d'utilisation de la biomasse herbacée par le bétail dans un périmètre sahélien. *Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 31 (1) : 95-101.