

## Master Économie du développement agricole, de l'environnement et de l'alimentation (ECODEVA)

\*\*\*\*\*

### Mémoire de fin de cycle

**Étude de la rentabilité économique de la culture fourragère irriguée  
Maralfalfa (Pennisetum Sp.) au Tchad : enjeux et perspectives pour des  
systèmes d'élevage plus durables**



Réalisé par :

**AGONDANOU Kenneth**

Maitre de Stage :

**ALINON Koffi**

Directeur de Mémoire :

**PIETRI Antoine**

*Année académique 2022-2023*

# SOMMAIRE

REMERCIEMENTS

LISTE DES SIGLES ET ABBREVIATIONS

RÉSUMÉ

## I. INTRODUCTION

1. Contexte et justification de l'étude
2. Objectifs de l'étude

## II. CADRE THÉORIQUE ET REVUE DE LITTÉRATURE

## III. MÉTHODOLOGIE

1. Description de la zone d'étude
2. Échantillonnage
3. Collecte et analyse de données

## IV. RÉSULTATS ET DISCUSSIONS

1. Typologie et dynamisme des producteurs de Maralfalfa
2. Évaluation des couts de productions du Maralfalfa
  - 2.1. Installation du Maralfalfa
  - 2.2. Fertilisation
  - 2.3. Irrigation
  - 2.4. Main d'œuvre
  - 2.5. Matériaux et équipements
3. Analyse de rentabilité
  - 3.1. Estimation du rendement de Maralfalfa
  - 3.2. La rentabilité du Maralfalfa
4. Réflexions sur la production et l'utilisation du Maralfalfa
  - 4.1. Alimentation de bétail
  - 4.2. Enjeux environnementaux et sociaux

## V. LIMITES ET SUGGESTIONS DE L'ÉTUDE

## VI. CONCLUSION

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

ANNEXES

LISTE DES FIGURES

LISTE DES TABLEAUX

## REMERCIEMENTS

Au terme de ce travail de recherche, je mesure pleinement la chance et la richesse de l'expérience que j'ai vécue en me plongeant dans le vaste univers de l'agropastoralisme, et principalement des cultures fourragères au Tchad. J'exprime ma profonde gratitude à tous ceux qui ont facilité, enrichi et soutenu cette aventure académique et personnelle.

Je tiens tout d'abord à exprimer ma gratitude envers Koffi Olulumazo Alinon, chercheur au CIRAD et superviseur de mon stage pour ses conseils avisés, sa patience et son accompagnement infailible tout au long de cette recherche. Sa passion pour le sujet et ses encouragements ont éclairé mes moments d'incertitude.

Je suis particulièrement redevable à Zacharia Souli, Remy Courcier, Guillaume Duteurtre, Denis Bastianelli, Herbert Djomtchaigué Bamaré, et Antoine Pietri mon directeur de mémoire pour leurs retours constructifs sur le travail, leurs encouragements et la richesse de nos échanges.

Un merci tout particulier à Koussou Mian Oudanang, Coordonnateur du projet ACCEPT, pour la facilitation de mon séjour au Tchad ainsi qu'à Hassan Ahmat Djeffil et Christian Mbaibe pour leurs collaboration indispensable lors des déplacements sur terrain, leur patience à répondre à mes interrogations et leurs invitations généreuses à partager des moments privilégiés.

Je tiens à saluer l'équipe du projet ACCEPT et de l'IREC : Honoré Djekourbouayom, Solange Garandi, Oumar Nodjimgoto, Oumar Hussein, Morhino Tebissa et tous les autres membres pour leur accueil chaleureux, leur facilitation du séjour. Leur soutien tant logistique qu'intellectuel a été déterminant.

Mes pensées se tournent également vers ma famille et mes amis. Leur soutien inébranlable, leurs conseils avisés et leur présence, bien que lointaine, ont été des refuges durant cette aventure de Master.

Enfin je tiens à remercier chaleureusement tous les enseignants de la Faculté d'Economie (UM) et de l'Institut Agro Montpellier pour la qualité de leur enseignement.

## **LISTE DES SIGLES ET ABBREVIATIONS**

**ACCEPT** : « Adapter l'accès aux ressources agro-pastorales dans un Contexte de mobilité et de Changement climatique pour l'Élevage Pastoral au Tchad »

**CEDEAO** : Communauté Économique Des États de l'Afrique de l'Ouest

**CILLSS** : Comité Inter-états de Lutte contre La Sécheresse au Sahel

**CIRAD** : Centre de « Coopération Internationale en Recherche Agronomique pour le Développement »

**CORAF** : Conseil Ouest et Centre Africain pour la Recherche et le Développement Agricoles

**DESIRA**: Development Smart Innovation through Research in Agriculture

**IRED** : Institut de Recherche en Élevage pour le Développement

**MEPA** : Ministère de l'Élevage et de la Production Animale (Tchad)

**MF** : Matière Fraîche

**MS** : Matière Sèche

**PIB** : Produit Intérieur Brut

**PPT** : Plateforme Pastorale du Tchad

**PRAPS** : Projet Régional d'Appui au Pastoralisme au Sahel

**SPIR** : Spectrométrie dans le Proche Infrarouge

**UE** : Union Européenne

**UMR** : Unité Mixte de Recherche

## RÉSUMÉ

Au Tchad, les systèmes d'élevages sont confrontés à des perturbations climatiques, écologiques, socio-politiques et économiques qui entravent leur développement. La production fourragère, en particulier celle du Maralfalfa (*pennisetum Sp.*), suscite depuis peu au Tchad un engouement considérable en raison de son rendement élevé en matières sèches et son fort taux en protéine démontrés à travers plusieurs études dès son introduction dans le pays. La présente étude vise à évaluer la rentabilité économique de la culture fourragère irriguée Maralfalfa au Tchad. Pour se faire, une enquête a été menée auprès de 30 fermiers dans les provinces du Chari Baguirmi, Hadjer lamis, Lac et Kanem entre Mai et Juillet 2023. Nos résultats révèlent que cette culture est principalement conduite par des entrepreneurs n'ayant pas l'agriculture et l'élevage comme principale source de revenu. Pour la plupart, ils ont démarré cette activité en 2021 ou en 2022, soit un ou deux ans après l'introduction des premières boutures par le projet ACCEPT, et pratiquent tous l'irrigation. Les résultats, basés sur une valorisation du foin de Maralfalfa, suggèrent une très forte rentabilité de cette culture, avec un bénéfice net estimé à 3,5 millions FCFA /ha/an. Ces chiffres ne tiennent pas compte des coûts liés aux carburants, aux éventuelles taxes foncières, et aux autres dépenses post-récolte dû au conditionnement et de transport qui n'ont pas pu être mesurés. L'étude fait aussi le constat que sa production engendre des économies considérables pour les éleveurs car elle permet de réduire leurs dépenses en alimentation animale en fin de saison sèche tout en augmentant les rendements laitiers et les prises de poids des animaux. En outre, cette graminée fourragère contribue à la transformation des systèmes agricoles : elle s'appuie sur le développement de jardins clôturés qui réduisent les mobilités pastorales, mais peut, dans certains cas, jouer un rôle dans la résolution des conflits fonciers en favorisant la sédentarisation des troupeaux. Néanmoins, les limitations de cette étude, principalement liées à la collecte de données, et à l'absence d'un prix de marché dû à la nouveauté de la culture, suggèrent la nécessité de recherches complémentaires pour une compréhension approfondie du rôle du Maralfalfa dans le développement durable des systèmes agropastoraux tchadiens.

**Mots-clés :** Maralfalfa (*Pennisetum Sp.*), fourrage, rentabilité économique, Tchad, agropastoralisme.

## ABSTRACT

In Chad, livestock systems are confronted with climatic, ecological, socio-political and economic disturbances that hinder their development. Forage production, in particular the Maralfalfa (*Pennisetum* Sp.) has recently generated considerable enthusiasm in Chad, due to its high yield of dry matter and its high protein content demonstrated through several studies since its introduction in the country. The present study aims to evaluate the economic profitability of the irrigated forage crop Maralfalfa in Chad. To do this, a survey was conducted with 30 farmers in the provinces of Chari Baguirmi, Hadjer lamis, Lac and Kanem between May and July 2023. Our results reveal that this culture is mainly driven by entrepreneurs who don't have agriculture and livestock as their main source of income. For the most part, they started this activity in 2021 or in 2022, that is to say one or two years after the introduction of the first cuttings by the ACCEPT project, and all practice irrigation. The results, based on a valuation of Maralfalfa hay, suggest a very high profitability of this crop, with a net profit estimated at 3.5 million FCFA / ha / year. These figures don't take into account the costs related to fuels, possible property taxes, and other post-harvest expenses due to packaging and transport which couldn't be measured. The study also notes that its production generates considerable savings for farmers because it reduces their animal feed expenses at the end of the dry season while increasing milk yields and animal weight gain. In addition, this forage grass contributes to the transformation of agricultural systems: it relies on the development of fenced gardens that reduce pastoral mobility, but can, in some cases, play a role in resolving land disputes by promoting the settling of herds. Nevertheless, the limitations of this study, mainly related to the collection of data, and the absence of a market price due to the novelty of the culture, suggest the need for additional research for a thorough understanding of the role of Maralfalfa in the sustainable development of Chadian agropastoral systems.

**Keywords:** Maralfalfa (*Pennisetum* Sp.), forages, economic profitability, Chad, agropastoralism.

# I. INTRODUCTION

## 1. Contexte et justification de l'étude

La région du Sahel, zone de transition en Afrique entre le Sahara et les savanes au Sud, est marquée par la présence de populations en grande parties nomades et pastorales. Dans ces pays, la contribution de l'élevage au PIB agricole est de l'ordre de 40%, représente 15% du PIB total (FAO, 2017) et les systèmes pastoraux fournissent 50 % de la production de viande et 70 % de la production de lait (De Haan et al.,1999). Marquée par la sécheresse et la désertification, cette région biogéographique reçoit des précipitations annuelles moyennes comprises entre 150 et 600 mm (Hiernaux et al., 2006).

Pays sahélien et membre de la Communauté économique et monétaire de l'Afrique centrale (CEMAC), le Tchad fait face à de nombreux défis à relever parmi lesquels assurer un système d'élevage résilient face à tous ces aléas. L'alimentation du bétail mobile est à base de fourrages herbacés et ligneux, de résidus de cultures et de compléments artisanaux ou industriels du commerce. Les cultures fourragères pourraient constituer une clé des systèmes de production dans ces régions par le fort potentiel de production de la plupart des graminées tropicales quand les conditions hydriques sont favorables et la qualité nutritionnelle généralement élevée des légumineuses grâce à la capacité de fixation de l'azote de la plupart des espèces et de la résistance à la sécheresse de beaucoup d'entre elles (Klein et al, 2014). La disponibilité et la qualité des fourrages seraient la contrainte majeure du développement de l'élevage, et pour les élevages pastoraux la contrainte serait la capacité de charge des parcours (Hiernaux,P. et al., 2015). Les éleveurs pour alimenter leurs animaux profitent principalement, des fourrages naturels de qualité, qui sont disponibles gratuitement sur de grandes surfaces pendant les trois à quatre mois de la saison des pluies. Pendant la saison sèche tous les différents types d'éleveurs doivent rechercher d'autres alternatives pour nourrir leurs animaux (Hiernaux, 2021). Les zones pastorales d'accueil doivent faire face à un risque de concentration des animaux, avec pour conséquences des risques d'épizooties, des conflits avec les agriculteurs en place, du surpâturage et la dégradation de l'environnement (Diop, A. T. et al.,2012 ; Touré et al.,2012).

Le Maralfalfa (*Pennisetum Sp.*), une graminée tropicale surtout répandue en Amérique du Sud, et qui a fait l'objet de recherches au Tchad par le projet ACCEPT dans le cadre de la Composante 2 « Co-conception d'innovations pour améliorer l'accessibilité aux ressources agro-pastorales » en 2020 après son introduction avec succès en Mauritanie et au Sénégal,

apparaît comme un fourrage irrigué très productif et de haute qualité permettant ainsi un élevage intensif. Ce qui est assez important car il a été montré que la charge animale est peut-être l'un des facteurs les plus déterminants de la productivité des systèmes d'élevage (laitiers, pasteurs et agro-pasteurs) notamment parce qu'il apparaît que plus la capacité de charge est élevée, plus la rentabilité du troupeau est élevée (Osorio, 2004 ; Holmann et al., 2002). Cette culture fourragère irriguée a été vulgarisée depuis son introduction au Tchad auprès de plus d'une centaine de fermiers à ce jour. Des échanges directs de boutures entre exploitants ont poussé de nombreux autres essais spontanés et des expériences souvent réussies dans plusieurs zones sahéliennes comme le Kanem, le Barh El Gazal, le Guéra, le Wadi Fira mais aussi dans le Sud à travers des projets de développement.

Même si ses effets sont remarquables dans la sous-région, la mise en place de la culture du Maralfalfa comme pour tout projet agricole engendre des coûts surtout pour la mise en place d'un système d'irrigation, un investissement qui s'avère d'ailleurs difficile parce qu'encore peu développé dans un pays comme le Tchad. Aujourd'hui encore, les cultures fourragères apparaissent comme un luxe que seuls peuvent s'offrir les exploitants les plus aisés (César, J et al., 2004). A l'instar du présent rapport, des études sur cette thématique seraient nécessaires dans le but de savoir si la production du Maralfalfa irrigué est économiquement viable et peut représenter une solution au déficit fourrager ainsi qu'aux divers enjeux associés à l'agropastoralisme au Tchad.

Notre recherche s'inscrit dans le cadre d'un stage auprès du projet ACCEPT. Initié et mis en œuvre en 2020 par un consortium constitué de l'IREDA, de la PPT et du CIRAD et financé par l'Union Européenne sous le programme DESIRA ; il vise le renforcement de la résilience des ménages pastoraux et agro-pastoraux par des activités de recherche-développement. Les sites d'intervention du projet se présentent comme il suit :

- Pour la zone Sahélo Saharienne (Provinces de l'Ennedi-Est et du Wadi Fira) :
  - o Les Départements de Biltine et de Kalait ;
- Pour la zone Sahélienne (Province du Guéra et du Batha) :
  - o Les Départements de Lac Fitri et de Bitkine ;
- Pour la zone test dans la Province du Chari-Baguirmi :
  - o Le Département du Chari (Mandelia) ;
- Pour la zone Soudanienne (Provinces du Moyen-Chari et du Mandoul) :
  - o Les Départements de Bahr Kôh et du Mandoul.

Le Projet est conçu autour de trois composantes thématiques complémentaires :

C1 : Production de connaissances ;

C2 : Co-conception d'innovations ;

C3 : Co-élaboration outils d'aide à la décision (OAD).

## **2. Objectifs de l'étude**

L'étude s'est fixée comme objectif général d'analyser la rentabilité de la culture fourragère irriguée de Maralfalfa auprès des bénéficiaires du Projet ACCEPT au Tchad.

Les objectifs spécifiques :

OS1 : Estimer les coûts de production du fourrage Maralfalfa dans les zones étudiées ;

OS2 : Apprécier la rentabilité du fourrage Maralfalfa ;

OS3 : Analyser les enjeux environnementaux et sociaux liés à sa production et son utilisation.

## **II. CADRE THÉORIQUE ET REVUE DE LITTÉRATURE**

### **CADRE THEORIQUE ET CONCEPTUEL**

#### **Généralités sur le Maralfalfa**

Les cultures fourragères se présentent sous différentes formes : on peut semer de l'herbe pour créer une prairie améliorée destinée à être pâturée ou fauchée pour constituer des réserves, ou encore une plante annuelle qui sera entièrement récoltée pour produire du fourrage frais, de l'ensilage ou du foin ou dans certains cas pour récolter ses graines. Il est également possible de cultiver des espèces pérennes qui seront fauchées périodiquement pour obtenir du fourrage vert et repousseront par la suite, et ainsi de suite.

Le Maralfalfa, une graminée, représente un cas particulier parmi les espèces fourragères puisque son origine demeure sujette à débat. Certaines études sud-américaines (Clavero, T. et al., 2009 ; Mateus, L. et al., 2012) avancent qu'il serait issu du croisement entre l'herbe éléphant (*Pennisetum Purpureum*) et le millet perlé (*Pennisetum Glaucum*). Par ailleurs, d'autres sources, notamment Correa, H. et al., (2004) et peu après par Pacheco Baca, G. M., (2014) attribuent son développement au biologiste José Bernal Restrepo, qui aurait utilisé une

méthodologie spécifique dite Biologique Chimique (S. Q. B) pour réaliser plusieurs croisements successifs d'espèces. Toutefois, certains détails de cette hypothèse, notamment l'implication d'une légumineuse, la luzerne péruvienne (*Medicago sativa* Linn), dans le processus de croisement, suscitent des interrogations au sein de la communauté scientifique. Indépendamment de ses origines, il est certain que le Maralfalfa est une variété hybride de *Pennisetum*. Sa nomenclature exacte reste à définir. Des noms vulgaires ont été donnés à cet hybride comme le « Nééma » au Sénégal. Souvent confondu avec le *Pennisetum Purpureum* (syn. *Cenchrus purpureus*), il se développe surtout dans les climats tropicaux. Ses racines sont fibreuses et forment des racines adventives qui naissent des nœuds inférieurs des tiges. Ne manquant pas d'eau, il apprécie beaucoup le soleil. Cette plante se caractérise par son port dressé, très haut, qui à sa base forme des tiges, généralement nombreux et les chaumes moins épais, glabres sont plus ou moins couverts de poils irritants. Il ressemble beaucoup à « l'herbe à éléphant » durant sa croissance. Cette variété hybride pourrait atteindre une hauteur comprise entre 2 et 3 mètres et plus d'après des mesures. Ses feuilles sont moins larges que celles de l'« herbe à éléphant » mais assez longues. Elles sont abondantes vers le tiers supérieur de la plante mais rares dans les deux tiers inférieurs. Au fur et à mesure qu'elle grandit, ses feuilles se plient vers le bas. La gaine enveloppe complètement l'entre-nœud, elle est uniformément verte. Le limbe est moins large avec une nervure centrale moins blanche et moins individualisée. Dans de conditions optimales, le Maralfalfa peut produire au moins 200 Tonnes de fourrage frais par hectare et par an et peut même aller jusqu'à 400 tonnes dans de rares cas.



Figure 1: Jeunes plants de Maralfalfa (Source : enquêtes 2023)

## **Place des cultures fourragères dans les systèmes d'élevage au Tchad**

Le Tchad est un pays d'élevage par excellence. Le cheptel est estimé en 2021 à plus de 137 millions de têtes de bétails, selon les données actualisées par le Bureau du recensement général de l'élevage. La plupart étant des ruminants, les pâturages naturels constituent la base quasi-exclusive de leur alimentation depuis bien longtemps (Bougouma-Yaméogo, 1995). Le pastoralisme, élevage extensif valorisant les ressources spontanées fourragères des espaces naturels, est non seulement un mode d'élevage mais également un mode de vie ancré dans la culture de ce pays. Cette pratique est caractérisée par la mobilité de troupeaux (Sougnabé, P., 2013) et se fait sous différentes formes surtout au Tchad, dont la transhumance par exemple qui implique des migrations périodiques du bétail entre les pâturages de régions climatiques différentes à la recherche d'aliments bétail. La mobilité pastorale se heurte à plusieurs obstacles tels que la non-accessibilité à l'eau, le développement urbain ou l'extension des terres cultivées, les crises sanitaires et les conflits ainsi que l'augmentation de la taille du troupeau (FAO, 2020).

L'agropastoralisme, pratique conjointe de l'agriculture et de l'élevage constitue l'une des stratégies dont disposent les différents groupes pour vivre et produire dans un contexte social, économique précaire et instable (Bonfiglioli, A. M.,1992). Les systèmes agropastoraux des pays sahéliens, notamment du Tchad sont sujets à de nombreuses études dont certaines la décrivent comme un tout cohérent, régit par une dynamique interne, qui suit ses propres rationalités dans un environnement marqué par l'incertain (Bonfiglioli, A. M.,1992). Deux types d'agropasteurs y sont distingués : les pasteurs-cultivateurs étant à la base des pasteurs et adoptant l'agropastoralisme comme stratégie de survie provisoire et les agriculteurs-éleveurs principalement agriculteurs pur et impliqués dans l'élevage pour des raisons de viabilité des systèmes agricoles. Quel que soit le type d'agropasteur considéré, les cultures fourragères répondent à un double objectif : produire de l'alimentation pour les animaux et assurer la valorisation agronomique des espaces.

Les cultures fourragères se sont très vite diffusées dans des régions pluvieuses en Amérique centrale et en Amérique du Sud, ainsi que dans les Caraïbes (Klein, H. D. et al.,2014). Leur intégration dans les systèmes d'élevage africains, surtout sahélien, rencontre des difficultés. En effet, depuis les indépendances, de nombreux essais d'espèces fourragères, graminées et légumineuses, que ce soit sur les techniques de culture, de récolte, de multiplication et de conservation des fourrages ont émergé (Toutain, B. et al.,2009). Si les résultats sont souvent satisfaisants dans les stations de recherche, la vulgarisation pose un problème et rares sont les villages où l'on peut observer des cultures fourragères en place et en bon état (César, J.,2004).

Ce concept de produire de l'herbe ne semble pas être concevable surtout dans ces zones où les populations jugent que l'herbe est disponible et gratuite. De plus, la mise en place de ces cultures nécessite une disponibilité conséquente de la terre, de la main d'œuvre, et de conditions climatiques adéquats introduisant donc une certaine prise de risque. Le ramassage d'herbes naturelles dans les espaces sahéliens pour la vente en ville devient une activité spéculative (Toutain, et al., 2009). Une stratégie notamment privilégiée par les éleveurs est l'augmentation des ventes du bétail pour s'approvisionner en ces herbes vendues sur les marchés ainsi que d'autres produits et sous-produits industriels pour compléter son alimentation. On voit se développer tout de même le stockage, le commerce et le transport de fourrage notamment les fanes d'arachide au Sénégal, foin d'herbes naturelles, fanes de niébé, foin de dolique au Mali, Burkina et Niger, foin de bourgou (*Echinochloa stagnina*), foin de luzerne (*Medicago sativa*) en Mauritanie (Toutain et al., 2009).

#### **Économie des cultures fourragères :**

Produire des cultures fourragères permet à l'éleveur de gérer les apports alimentaires de son bétail ; l'introduction de cultures dans le système fourrager s'organise selon les objectifs d'élevage, d'amélioration des performances du troupeau et des conduites de toutes les cultures (Klein et al., 2014). Leur efficacité économique dans une exploitation agricole est souvent appréciée à travers ses impacts sur les animaux. Les bénéfices qu'ils soient en termes de lait, de viande, ou de travail animal peuvent être destinés à la vente ou à l'autoconsommation et il faut les prendre en compte dans les deux cas. Prenons l'exemple du rôle des animaux de trait dans le travail agricole : même s'il n'y a pas de revenu monétaire directement lié, leur contribution énergétique au système de culture est tangible et mesurable. La bonne gestion des cultures fourragères revient à l'exploitant. C'est à lui de décider pour l'animal, s'assurant d'éviter tout gaspillage, par exemple en clôturant les parcelles. Une culture fourragère mal utilisée peut avoir des résultats désastreux sur les performances zootechniques (César J., 2004). Quelques aspects déterminants liés aux cultures fourragères sont selon le contexte :

- **Accès et sécurisation du foncier :**

La disponibilité en terres est sans doute l'obstacle majeur au développement des cultures fourragères (César J., 2004). L'accès au foncier est un aspect très primordial dans un pays sahélien, surtout le Tchad puisqu'il peut représenter une source de division des communautés.

En effet, depuis 2002, le Tchad s'est engagé dans un processus de réglementation foncière en afin de mieux gérer certaines contraintes spécifiques liées à l'exploitation des ressources pastorales (Avella et al., 2009). Ce processus a été maintes fois interrompu. Le système foncier au Tchad est caractérisé par la dualité entre le droit moderne et droit coutumier (Sougnabe, 2002). Dans ce système, la terre appartient aux groupes sociaux les plus étendus, clans ou lignages selon les cas et au sein de ces groupes, les terres, quant à elles, sont réparties aux familles, pour qu'elles les cultivent et les exploitent. (Duteurtre, G., et al,2002).

- **Investissement et couts de productions :**

Les coûts de production englobent toutes les dépenses engagées par les entreprises pour réaliser leur production, déterminées par les facteurs de production utilisés. En agriculture en général, ces coûts de production peuvent être classés en deux catégories principales : les coûts variables et les coûts fixes. Les coûts variables sont associés aux intrants directement utilisés dans le processus de production, tels que les semences, les engrais, les produits phytosanitaires, l'eau d'irrigation, les aliments pour animaux et les coûts de main-d'œuvre saisonnière. Ces coûts fluctuent en fonction des conditions climatiques, des variations des prix des intrants et des rendements agricoles. D'autre part, les coûts fixes sont liés aux investissements à long terme et demeurent relativement constants, indépendamment des fluctuations saisonnières. Ils comprennent les coûts associés à l'achat de machines agricoles, d'équipements de stockage, d'infrastructures et de terres. Ces coûts fixes sont répartis sur plusieurs saisons de production et sont pris en compte pour déterminer le seuil de rentabilité de l'exploitation. Pour ce qui est des cultures fourragères, l'importance du coût d'investissement témoigne d'un besoin substantiel en capitaux lors de son démarrage. La réussite de cette culture nécessite, en effet, une préparation minutieuse, englobant le travail du sol, l'acquisition de semences, une fertilisation de départ, l'installation d'équipements d'irrigation ou encore la mise en place d'une clôture adéquate. Ces dépenses initiales, bien qu'elles puissent sembler onéreuses au premier abord, sont cruciales pour assurer la rentabilité à long terme de la culture. Il convient donc de les envisager comme des investissements préliminaires incontournables pour garantir une production fourragère de qualité et durable.

- **Optimisation et gestion des risques :**

Dans l'activité agricole en général, par nature dépendante des conditions climatiques et sanitaires, le risque est particulièrement présent. Les risques spécifiques de l'entreprise agricole concernent d'abord quatre variables de base bien identifiées et reconnues : le prix, le rendement

agricole, la qualité produite et le coût de production (Cordier, J. et al.,2008). L'agriculteur cherche à gérer ces variables dans le but intermédiaire de maîtriser le chiffre d'affaires et la marge dégagée par une production agricole. La production de cultures fourragères, comme toute activité agricole, est donc réservée à ceux qui ne sont pas averses au risque.

Pour optimiser sa production, il est recommandé de combiner la production de fourrage avec des légumineuses pures, d'adopter des clôtures économiques comme les haies vives par exemple, privilégier des cultures mixtes (fourragères et vivrières) (Lhoste, P.,1999).

- **L'accès au marché :**

Le marché est le lieu où se trouvent acheteurs et vendeurs d'un produit ou d'un service quelconque, pour échanger après fixation d'un prix. La contrepartie échangée est soit de l'argent (marché comptant), soit autres biens et services (troc) (Lent et Martin, 1991). Il existe deux types de différenciations classiques d'un produit agricole sur le marché selon le modèle de Hotelling : la différenciation horizontale et la différenciation verticale. Tout porte à croire que le marché des cultures fourragères est soumis à une différenciation verticale puisque le critère de sélection et fixation de prix est la qualité. Si plusieurs fourrages verticalement différenciés sont vendus au même prix, alors toute la demande se portera sur celui connu pour être de meilleure qualité.

Le prix constitue un facteur important dans la faisabilité d'une culture fourragère. Dans le contexte de la commercialisation des fourrages, il existe généralement une particularité : l'absence d'un prix fixe tant pour l'achat que pour la vente (Maman, S.,2014). Le prix de vente des fourrages est influencé par le type d'acheteur (qu'il s'agisse d'un utilisateur final ou d'un intermédiaire) et par sa disponibilité qui varie selon la saison. De plus, la manière dont le fourrage est conditionné pour la vente peut affecter son prix. La vente de foin par exemple entraîne des coûts liés au ramassage, au séchage, à la fenaison, au conditionnement, au stockage, au transport et à la vente.

## **REVUE DE LITTERATURE**

En dehors des pays sud-américains qui ont beaucoup publié en espagnol durant les années 2000 à 2020 très peu d'articles ont été publiés sur la culture de Maralfalfa. Par ailleurs très peu d'articles ont abordé l'aspect économique des cultures fourragères en général. Il faut savoir que la luzerne (*Medicago Sativa L.*) est connue pour être l'une des plantes fourragères les plus

cultivées à l'échelle mondiale. Sèche et humide, elle a un rendement élevé en protéines par unité de surface, est appétente pour toutes sortes d'animaux, nutritive et riche en vitamines (Acar et al., 2022). Demircan et al. (2022) ont mené une étude comparative des rentabilités économique des fourrages tels que la luzerne, le maïs, l'orge, le sainfoin et la vesce dans la province de Burdur dans le même pays utilisant des données de 2013 à 2019. Les résultats ont montré que la luzerne génère des bénéfices bruts et nets supérieurs par rapport aux autres cultures fourragères.

En Afrique, principalement au Sahel, la culture Maralfalfa est totalement récente notamment après de premières introductions peu après 2010 par des coopérants techniques espagnols en Mauritanie puis des expériences au Sénégal suivis de plusieurs programmes régionaux tels que le PRAPS et certaines ONGs. Des études sur la rentabilité de la production et commercialisation d'autres fourrages ont été effectuées dans la sous-région. Par exemple, une étude menée par Sannou et al. (2011) a révélé que la vente de fourrages en agglomération à Bobo-Dioulasso est une activité financièrement rentable. La rentabilité financière du commerce des fanes de légumineuses fourragères est nettement supérieure à celle de la vente de fourrages herbacés naturels dans la zone étudiée. Au Niger dans la commune de Djirataouae, Abdou et al. (2014) ont montré à travers une étude expérimentale que la production de fourrage de sorgho seule, contrairement au niébé et à la dolique, n'est pas rentable. Il est nécessaire pour être rentable qu'elle soit accompagnée de la production de graines (sorghos à double fin).

Bien que la plupart des articles traitant de ce sujet en viennent à la conclusion que la production et/ou la commercialisation de certaines cultures fourragères est globalement rentable, il est clairement observé que des données telles que le prix de fourrages ne se fixent pas toujours en fonction des coûts de production, mais plutôt de la dynamique de la demande sur le marché pour le fourrage concerné. Cette divergence entre coûts de production et prix de marché peut être une source potentielle de non-rentabilité, du moins sur le plan financier, pour certaines cultures. De plus, d'autres variables exogènes telles que la saisonnalité, la localisation géographique et les conditions climatiques peuvent également impacter la rentabilité économique des cultures fourragères.

Certains concepts économiques pertinents de cette étude peuvent être définis comme suit :

### **Rentabilité économique :**

Plusieurs auteurs ont tenté de définir la rentabilité et d'explorer les méthodes permettant de l'évaluer (Babacar et al., 2020). Selon Pirou (2005), la rentabilité est la capacité d'un capital à

générer un revenu, en comparant le profit obtenu avec le capital investi. On peut également définir la rentabilité comme la capacité d'une entreprise à réaliser des bénéfices sur une période donnée. Beitone A. et al. (2001) définissent quant à eux la rentabilité comme un rapport entre les gains et les fonds investis, mesurant ainsi l'aptitude d'une opération économique à produire un flux de revenus actualisés supérieurs aux dépenses engagées.

#### **Marge Brute (MB) :**

La marge brute (MB) est calculée en soustrayant les coûts variables à l'hectare (CV) du produit brut en valeur à l'hectare (PBV). Si la marge brute est positive, cela signifie que le produit brut couvre tous les coûts variables, et la production est considérée comme économiquement rentable (sans déduction des charges fixes). En revanche, si la marge brute est négative, cela indique que le produit brut ne parvient pas à couvrir tous les coûts variables, et dans ce cas, la production n'est pas économiquement rentable. Cette situation survient généralement lorsque les coûts variables sont trop élevés et que le produit brut est insuffisant pour les couvrir.

#### **Marge Nette (MN) :**

La marge nette (MN) est obtenue en déduisant du produit brut en valeur à l'hectare (PBV) les coûts totaux à l'hectare (CT) ou en déduisant les coûts fixes à l'hectare (CF) de la marge brute. Une marge nette positive indique que le produit brut couvre tous les coûts totaux (variables + fixes) et que la production est économiquement rentable. En revanche, une marge nette négative signifie que le produit brut ne suffit pas à couvrir tous les coûts totaux, rendant la production non rentable. Cette situation est généralement due à des coûts totaux élevés par rapport au produit brut. Dans certains cas, des charges variables élevées peuvent entraîner une marge nette négative, même si la marge brute est positive. Cependant, il est également possible que des coûts fixes élevés conduisent à une marge nette négative, malgré une marge brute positive.

#### **Le Taux de Rentabilité Interne (TRI) :**

Le Taux de Rentabilité Interne (TRI) évalue la performance des ressources investies. C'est le rapport entre la marge nette et le coût total de production. Il permet de connaître le gain net obtenu pour chaque Fcfa dépensé pour la production et est calculé selon la formule suivante :  $TRI = MN / CT$ . (Djibril, I., et al.,2021).

### III. METHODOLOGIE

#### 1. Description de la zone d'étude :

La présente étude s'est concentrée sur les provinces du Chari Baguirmi, Hadjer lamis, Kanem et Lac, toutes situées dans la partie Ouest du pays (voir carte ci-dessous). Ces régions couvrent ensemble une superficie totale d'environ 170 438 km<sup>2</sup> soit un peu moins de 15% du territoire national et sont dominés principalement par deux zones climatiques : sahélienne, et soudanienne. Les provinces de Chari Baguirmi et Hadjer Lamis bénéficient d'un climat sahélo-soudanien avec des savanes arbustives, favorisant la culture de céréales comme le mil et le sorgho. Ces provinces reçoivent en moyenne entre 300 et 600 mm de précipitations par an. Au nord, près du Lac Tchad, le climat sahélien prédomine, et une agriculture centrée sur le sorgho et le mil avec du riz dans les régions inondables. Encore plus au nord, la province du Kanem est marquée par un climat désertique avec des steppes et quelques oasis, où l'élevage nomade, notamment des dromadaires, joue un rôle économique crucial. Ces zones quant a elles plus arides reçoivent des précipitations inférieures à 200 mm généralement.

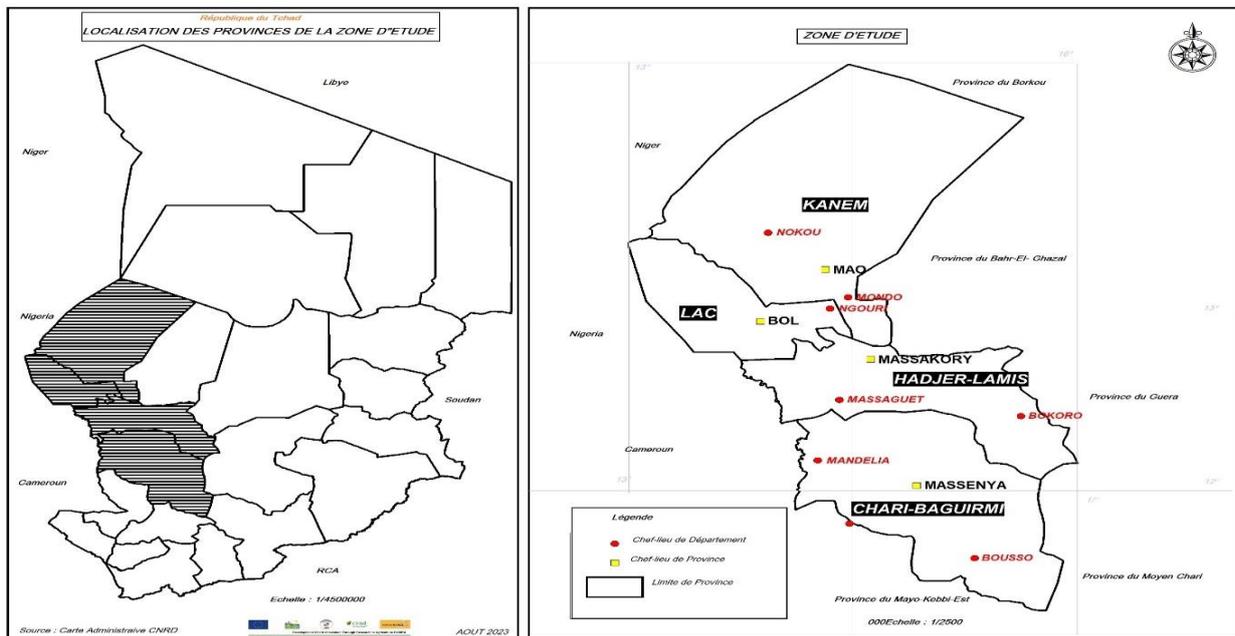


Figure 2: Localisation des provinces étudiées (Source : CNRD)

## 2. Échantillonnage

Initialement, l'équipe du projet ACCEPT nous a fourni 54 fiches complétées par les premiers bénéficiaires de boutures avant leur démarrage de cette production. Sur la base de critères définis, tels que la superficie agricole utilisée (SAU), l'ancienneté en agriculture et la capacité d'irrigation (équipements, puits, etc.), un premier échantillon de 25 exploitants a été constitué. Il s'est avéré que 12% de ces individus préalablement identifiés avaient abandonné cette culture et 44% n'ont pas pu, pour une raison ou une autre, se rendre disponibles pour les enquêtes. En conséquence, l'échantillon initial a été amendé par l'introduction de nouveaux fermiers aisément accessibles. Des entretiens ont été menés auprès des fermiers ayant abandonné la culture afin de comprendre les raisons sous-jacentes à cette décision.

Finalement, avec la collaboration d'un animateur du projet, l'enquête a intégré les 14 exploitants manquants, portant le total à 30. La majorité de ces derniers étaient situés dans les régions du Chari Baguirmi et Hadjer Lamis, à proximité de la capitale N'djaména. Une mission a également permis d'intégrer quelques exploitants des régions du Lac et du Kanem. L'échantillonnage est aléatoire, surtout défini par des contraintes de temps et de ressources telles que la disponibilité de l'animateur, disponibilité des producteurs et d'accessibilité à certaines fermes dû à la saison de pluie importante qui s'annonçait. Le graphe ci-dessous présente la répartition des enquêtés en fonction de la situation géographique de leurs fermes.

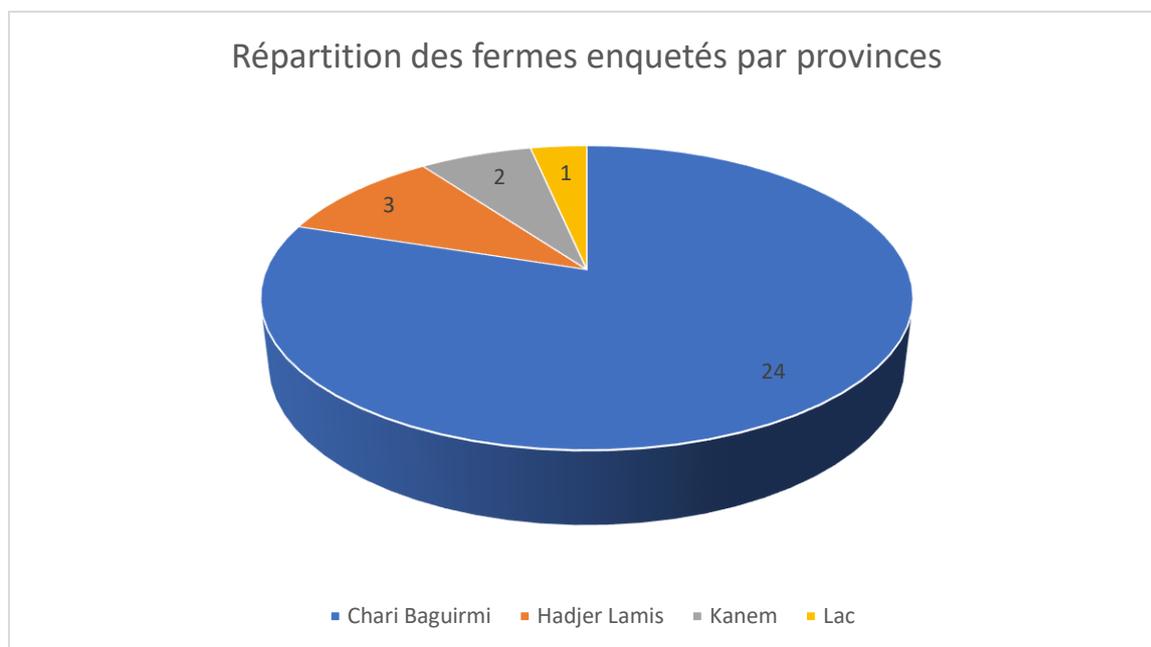


Figure 3 : Graphe montrant la répartition des fermes enquêtés par provinces

### 3. Collecte et analyse de données :

La collecte de données s'est déroulée de Mai à Juillet 2023. Il s'agit ici d'une étude quantitative donnant lieu à un questionnaire principalement composé de questions dites fermées. Certaines questions ouvertes sont posées afin d'apporter des précisions et d'apprécier les observations. Le questionnaire, structuré par modules thématiques sur la base des informations recherchées, a été imprimé et administré en face à face après visites initiales de chaque ferme (champs de Maralfalfa, systèmes d'irrigation, animaux, bâtiments et équipements). Il a duré une trentaine de minutes. Les réponses sont manuscrites lors de la collecte pour plus de fluidité dans le passage des questions, et sont enregistrées en aval dans un classeur Excel. D'autres informations et précisions telles que la fluctuation du prix des fourrages par saison, ont été obtenues en un premier temps pour cette année auprès de quelques fermiers enquêtés et ensuite pour l'année dernière à travers les rapports d'activités de plusieurs animateurs ACCEPT dans les zones d'intervention du projet (données secondaires). Les données sont analysées avec le logiciel STATA permettant dans notre cas de réaliser des analyses descriptives ainsi que des tests de corrélations. Un résultat d'exploitation a ensuite été dressé afin d'apprécier la rentabilité avec des indicateurs tels que la marge brute, la marge nette, le taux de rentabilité interne et le délai de récupération.



Figure 4:Photos de l'administration de questionnaires dans deux fermes (Source : Enquêtes 2023)

## IV. RÉSULTATS ET DISCUSSIONS

### 1. Typologie et dynamisme des producteurs de Maralfalfa

#### 1.1. Typologie des enquêtés

##### 1.1.1. Caractéristiques socio-démographiques :

L'analyse des données révèle que 85,2% des enquêtés possèdent un niveau d'études supérieur. En ce qui concerne la répartition par âge : 8,7% ont entre 25 et 35 ans, 30,4% ont entre 36-45 ans, 26,1% ont entre 46-55 ans et 34,8% ont plus de 55 ans. Il ressort par ailleurs que seuls 25% des répondants définissent l'agriculture-élevage comme leur activité principale. 50% des enquêtés sont des fonctionnaires tandis que 25% relèvent des professions libérales (entrepreneurs, artisans, commerçants, etc.). Ces résultats montrent que le projet a priorisé la collaboration avec des producteurs préalablement équipés disposant notamment d'animaux, des terres clôturées et des équipements agricoles. Notons aussi que l'ensemble des individus enquêtés sont de sexe masculin.

Sur le plan du cheptel ; considéré comme un indicateur de richesse au Tchad, les réponses des enquêtés varient. L'effectif minimal détenu est de 15 et 16 petits ruminants (caprins et ovins). En moyenne, les répondants possèdent aux alentours de 300 bovins et de 450 petits ruminants. Pour certains exploitant, ces effectifs peuvent même s'élever à plusieurs milliers. Il est à noter que certains enquêtés déclarent posséder des chevaux, des ânes et même des dromadaires. Ces chiffres soulignent la nécessité d'assurer une alimentation de bétail tant en quantité qu'en qualité ; pouvant inciter la disposition des fermiers enquêtés à expérimenter le Maralfalfa afin de voir si elle peut être une solution potentielle.

### 1.1.2. Mode d'acquisition de terres :

Deux modes d'acquisition de la terre sont observés : l'achat et l'octroi. Le tableau ci-dessous présente le mode d'acquisition de la terre en fonction de la province.

Provinces	Mode d'acquisition		
	Achat	Octroi	Ensemble
Chari Baguirmi	73,3%	6,7%	80%
Hadjer Lamis	10%	0%	10%
Kanem	0%	6,7%	6,7%
Lac	0%	3,3%	3,3%
Ensemble	83,3%	16,7%	100%

Tableau 1: Mode d'acquisition de terres selon les provinces enquêtées

Il ressort de l'analyse des résultats qu'environ 83% des enquêtés ont acheté leurs parcelles. Cela montre que les producteurs de Maralfalfa, pour la plupart, situés dans le Chari Baguirmi et Hadjer Lamis, ne sont pas agriculteurs de base, mais des urbains qui se positionnent en tant qu'investisseur notamment à travers le foncier. Cette dynamique s'inscrit dans un contexte tchadien où l'accès et la sécurisation des droits fonciers sont des enjeux cruciaux, étant donné l'absence de législation foncière consolidée. De plus, ces terres pour la plupart, à utilisation presque non agricole, paraissent pour eux des « jardins » leur servant à faire de « l'agriculture et l'élevage de prestige ». D'ailleurs, lors des enquêtes, les visites des fermes de plusieurs personnes, vivant notamment autour de la capitale, se faisaient souvent les weekends, lors de leurs moments de détente avec familles et amis. Lors des interactions avec ces propriétaires, après explication du sujet de l'enquête, il est fréquent d'entendre des déclarations minimisant les préoccupations financières liées à ces exploitations. Des réflexions telles que "Je dépense sans vraiment calculer " sont couramment évoquées. Néanmoins, il est à noter que dans les provinces du lac et du Kanem, la totalité des individus enquêtés sont des paysans bénéficiaires de terres généralement mis à leur disposition par les chefs de village après demande ou parfois des projets de développement lorsque leurs zones sont sélectionnées comme cibles.

### 1.1.3. Superficie Maralfalfa :

Pour ce qui est de la superficie en Maralfalfa, on obtient une moyenne de 1,3 ha avec un écart type de 1,6. Le mode observé est de 0,5 ha. Ce graphe détaille la fréquence des individus selon leurs superficies.

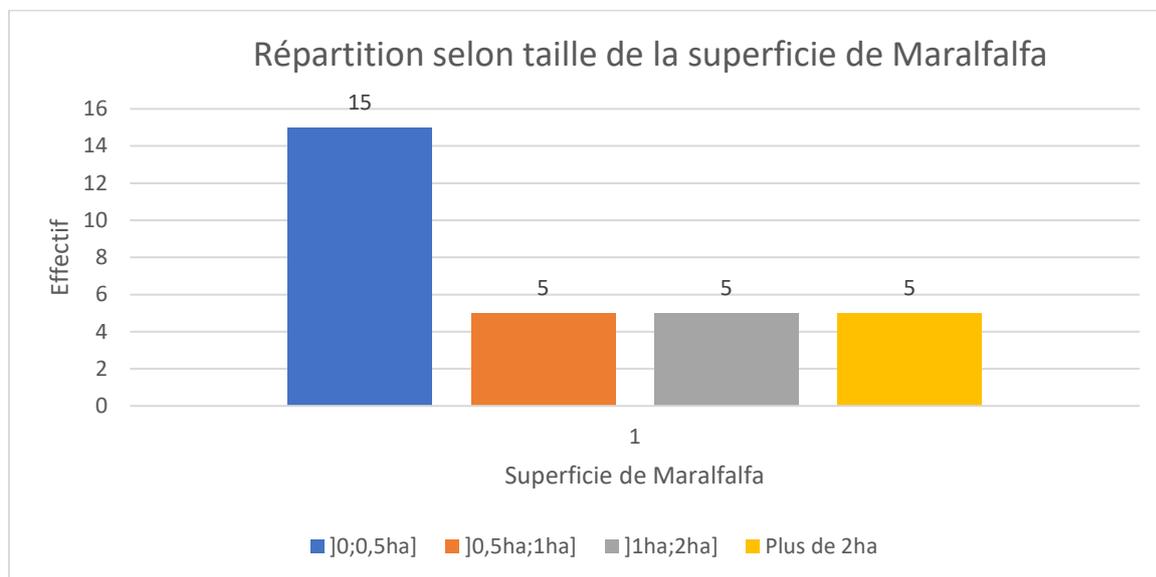


Figure 5: Graphe répartition selon taille de la superficie Maralfalfa

Le tableau ci-dessous montre la répartition des répondants en fonction de leurs provinces et superficies de Maralfalfa. Les individus sont classés en quatre catégories selon leurs superficies :

Province de l'enquêté	Superficie Maralfalfa				Ensemble
	0 à 0,5ha	0,5ha à 1ha	1ha à 2ha	Plus de 2ha	
Chari Baguirmi	36,3%	10%	16,7%	16,7%	80%
Hadjer Lamis	3,3%	6,7%	0	0	10%
Kanem	6,7%	0	0	0	6,7%
Lac	3,3%	0	0	0	16,7%
Ensemble	50%	16,7%	16,7%	16,7%	100%

Tableau 2: Répartition des répondants selon leurs provinces et superficie

Il est observable que la totalité des producteurs faisant plus de 1ha de Maralfalfa sont situés dans la région du Chari Baguirmi.

### 1.2. Dynamisme des producteurs

Il nous est donné de constater une diversité dans l'échantillon de cette étude du point de vue date d'installation de la culture. Le tableau ci-dessous montre la répartition des enquêtés en fonction de leurs années de démarrage.

Provinces des enquêtés	Année de démarrage				
	2020	2021	2022	2023	Ensemble
Chari Baguirmi	20%	33,3%	26,7%	0	80%
Hadjer Lamis	0%	0	6,7%	3,3%	10%
Kanem	3,3%	0	3,3%	0	6,7%
Lac	0	0	0	3,3%	3,3%
Ensemble	23,3%	33,3%	36,7%	6,7%	100%

Tableau 3: Répartition des enquêtés en fonction de leurs années de démarrage par provinces

Il en ressort que la majorité des enquêtés a commencé en 2021 et 2022. Cela peut s'expliquer par le fait que le projet ACCEPT, étant un projet de recherche, a limité le rythme d'expansion des cultures privées dites de « pré vulgarisation » afin d'en garder le contrôle. Cette décision visait également à garantir la capacité de mesurer les résultats hors des stations de recherche. Par ailleurs, durant les premières années, seules de petites quantités de boutures étaient disponibles. Les résultats d'analyses montrent que les enquêtés consacrent en moyenne 18% de leur superficie totale emblavée cette année pour la production du Maralfalfa ; ce qui est assez important sachant que généralement plusieurs autres cultures sont conduites, entre autres des arbres fruitiers (agrumes, manguiers), des céréales (mil et sorghos), des légumes (gombos, oignons tomates, etc.).

Les données collectées ont permis d'apprécier la progression des fermiers enquêtés en comparant, en termes de superficie cultivée en Maralfalfa, leurs situations actuelle et initiale, après extension. Il en ressort que 69% des enquêtés sont restés sur leurs superficie de la première année. Le reste a augmenté en moyenne 2,6 fois leur superficie de la première année. Cela nous montre que cette activité qu'est la production de Maralfalfa est répartie clairement selon deux types de fermiers avec d'un côté des fermiers qui sont toujours méfiants quant à la compétitivité de cette culture par rapport aux autres aliments et préfèrent donc produire une certaine quantité

constante pour une utilisation surtout comme complément et de l'autre ceux qui y croient fermement, bien que moins nombreux, et ont même plus que doublé leurs surfaces en si peu de temps. De plus, 33,3% des répondants ont exprimé leur intention d'étendre encore plus jusqu'à en moyenne 4 ha dans les prochaines années (sur une période de 5 à 10 ans).

Par ailleurs, les raisons évoquées par les fermiers ayant abandonné cette culture sont essentiellement l'insuffisance de main d'œuvre nécessaire pour l'entretien et l'irrigation ainsi qu'une faible résistance de la culture face aux inondations durant les périodes pluvieuses dans certaines régions.

## **2. Évaluation des couts de productions du Maralfalfa**

### **2.1. Installation du Maralfalfa**

Comme toute autre culture agricole, avant son installation l'élément premier est l'acquisition de la terre, ce facteur est considéré comme investissement initial. Dans le cas de la présente étude, on observe une moyenne de prix d'achat de parcelle par hectare de **893.000 FCFA** avec un écart type observé de 903.000. Cela montre qu'il y a une grande variabilité des prix d'achat au sein de l'échantillon. Cela pourrait être dû à des facteurs influençant fortement les coûts d'achats tels que l'année d'achat, l'emplacement, la qualité du sol, l'accès à eau ou non, les infrastructures, etc. Le terrain n'est généralement pas amorti, car il est considéré comme un actif ayant une durée de vie indéfinie. Dans cette étude, on estime le cout des terres à partir d'un cout d'opportunité qui pourrait être généré par la location de la parcelle dont on supposera un taux de rendement annuel théorique de 5%.

Il est aussi nécessaire de réaliser des clôtures afin de protéger la parcelle des animaux en liberté qui empiéteraient et saccageraient les plants. Selon ce qui est observé sur le terrain on distingue deux types : les clôtures en grillage (parfois suivies d'une haie vive) et les clôtures en tranchées. En moyenne **1,04 Millions FCFA/ha** est dépensé pour clôturer. La durée de vie en moyenne théorique d'une clôture est de 20 ans (Klein et al,2014). S'en suit l'obtention des boutures qui dans notre cas ont été fournies par le projet ACCEPT. L'installation se fait ensuite en plusieurs étapes : un labour initial de la parcelle, la fertilisation initiale avec du fumier, la confection des billons, canaux et la plantation. Selon un guide de formation technique sur les cultures fourragères réalisée dans le cadre du projet RIMRAP Copco en Mauritanie, une plantation de Maralfalfa peut être exploitable durant 15 ans en moyenne. D'après les résultats de l'enquête, la mise en place du Maralfalfa se fait majoritairement par contrat avec des ouvriers

pour cette activité spécialement (billons, semis, etc.), Certains fermiers utilisent leur main d'œuvre d'entretien et irrigation pour son installation. D'autres, notamment les coopératives possédant généralement de très petites superficies, installent-elles mêmes en ne respectant d'ailleurs pas souvent les itinéraires techniques (espacements, profondeurs, etc.)

En cas de contrats, le cout de l'installation est estimé en moyenne à **97.000 FCFA /ha**. L'écart type observé est de 91.000.

## **2.2. Fertilisation**

Le Maralfalfa, étant très productif, il profite très bien des fertilisants des matières organiques et engrais minéraux. Parmi les répondants ; 86,6% ont indiqué utiliser un fertilisant pour leurs parcelles et le reste ne fertilise pas. Toutes les exploitations privilégient l'usage des déjections des animaux, presque toujours des bouses séchées de bovins et parfois de petits ruminants ; voire dans certains cas, des fientes de volailles. La quantité de ces apports n'est généralement pas précisément mesurée ; elle dépend de la disponibilité en fonction de l'élevage présent sur place. Deux exploitants ont évalué leur utilisation de fumiers à 8 sacs pour une surface de 0,36 hectare et 30 sacs pour 0,5 hectare, bien que la capacité exacte de ces sacs est inconnue. Une seule ferme a indiqué utiliser, en plus de fumiers, de l'urée avec un apport de deux sacs d'une contenance approximative de 50kg par hectare soit 100 kg/ha et par an, à un cout unitaire moyen très élevé de 50.000 FCFA le sac (soit environ 80 Dollar US/100 Kg). L'analyse des données montre que les dépenses relatives à la fertilisation s'élèvent en moyenne à environ **83.000 FCFA /ha/an**.

## **2.3. Irrigation**

D'après l'analyse des réponses, la totalité des enquêtés retirent l'eau des forages de 20 à 30 mètres de profondeur. Seulement 16,7% des répondants ont mis en place un système d'irrigation spécifiquement dédié à cette culture. Un seul des enquêtés utilise un forage associé à une moto pompe thermique pour l'irrigation, avec une fréquence d'irrigation d'ailleurs peu régulière, soit environ tous les dix jours. Les autres en revanche disposent de forages avec soit des pompes alimentées par des panneaux solaires, soit électriques, soit fonctionnant avec les deux sources. Il est à noter que la capacité des pompes d'irrigation varie entre 6 m<sup>3</sup>/h et 45 m<sup>3</sup>/h et fonctionnent du lever au coucher du soleil. La fréquence moyenne d'irrigation observée est de 3 fois par semaine. Comme ont proposé Klein et al, 2014 ; dans l'évaluation des couts de production de cultures fourragères ; dans le cas où différentes parcelles agricoles utilisent un système d'irrigation commun, les coûts d'amortissement et des frais d'entretien sont répartis au

prorata des surfaces concernées. Ainsi dans notre étude, l'acquisition et l'installation des pompes et des panneaux revient à environ **1,3 Millions de FCFA /ha**, l'installation du forage revient en moyenne à **660.000 FCFA /ha**. On observe donc un investissement total de **2 Millions FCFA /ha** en moyenne avec un écart type de 871.000. L'écart type observé peut s'expliquer par l'hétérogénéité de l'échantillon, mais aussi par la variabilité surtout des prix des pompes et des panneaux, lesquels dépendent notamment de leurs puissances ainsi que l'installation de forage qui diffère d'une région a une autre. L'étude suit la logique de ce même article estimant à 30 ans en moyenne la durée de vie des forages et à 10 ans celle des pompes et panneaux de bonne qualité avec un entretien approprié.



Figure 6: Photo du canal d'irrigation de parcelles de Maralfalfa dans une ferme à Klessoum



Figure 7: Photos d'un Tuyau de distribution en PVC et de panneaux solaires

#### **2.4. Main d'œuvre**

Il s'agit ici du capital humain mobilisé surtout pour l'irrigation, l'entretien, fertilisation, les coupes, transport vers les étables, alimentation bétail, etc. L'observation principale faite est que les données sont très hétérogènes. En effet, parmi les individus enquêtés, 6,6% plutôt paysans ayant de très faibles superficies de Maralfalfa ; ne font pas appel à de la main d'œuvre extérieure. Pour les autres exploitants, nous observons qu'en moyenne 1 personne à temps pleins ; payée, logée et nourrie ; est employée par ha de Maralfalfa. Toutefois, il convient de nuancer le caractère faiblement indicatif de cette moyenne car la plage de données s'étend d'un minimum observé de 0,05 employé par ha (attribuable à des exploitations où les employés ont des rôles polyvalents couvrant l'ensemble des travaux de la ferme) à un maximum de 4 employés par ha. Un écart type de 1,01 est observé.

Dans certains cas, les employés peuvent être aidés lors des coupes par d'autres employés de la même ferme qui sont à temps pleins sur d'autres cultures ou activités. Les dépenses associées à la main d'œuvre s'évaluent à environ **790.000 FCFA /ha/an** en moyenne ( ce qui revient à environ 2.200 FCFA par jour pour l'employé) avec un écart type de 663.000. Il est à noter que cette estimation n'inclut pas les coûts relatifs au logement et l'alimentation, des éléments complexes à quantifier dans le contexte tchadien. Il convient de souligner que ces dépenses non chiffrées dans cette étude peuvent significativement impacter le coût total de la main d'œuvre. Si l'on considère par exemple un coût alimentaire minimum de 1000 FCFA par jour, on obtient à l'année presque la moitié de la rémunération annuelle perçue par ces travailleurs.

#### **2.5. Matériaux et équipements**

Selon la taille d'exploitation, divers équipements et matériaux sont mobilisés chez certains grands fermiers. Par exemple, l'installation d'un château d'eau a été observé chez certains fermiers. Les coûts d'installation d'un tel réservoir hydraulique en élévation sont évalués selon les données collectées en moyenne à 2.380.000 FCFA, tandis qu'une motopompe à essence est estimée en moyenne 330.000 FCFA. D'autres équipements ou aménagements ont été parfois identifiés tels que des haches paille, des broyeuses, des tracteurs ; des charrues, ou encore des hangars de stockage, abreuvoirs. Certains, notamment les hache-pailles, et les broyeuses peuvent être utiles pour la distribution de fourrages hachés plus faciles à consommer entièrement.

Quant aux coûts d'entretien et réparation des équipements, ils ont été estimés en moyenne à **20.000 FCFA** par ha/an et consistent principalement à des interventions de maintenance et de réparations sur des éléments tels que les tracteurs, les moteurs des motopompes ou les hache-pailles.



**Quelques Equipements (Château d'eau)**



**Hangar de stockage**



**Hache paille manuel**

### 3. Analyse de rentabilité

#### 3.1. Estimation du rendement de Maralfalfa

Dans le cadre de cette recherche, on se rend compte que ce paramètre n'a pratiquement jamais été mesuré ni par les producteurs, ni par les techniciens supervisant les fermes depuis l'introduction de cette culture. Une seule ferme, bien organisée, avec la présence d'un technicien agricole affirme avoir mesuré et estime sa production à environ 200 tonnes de MF/ha/an en 8 coupes annuelles (chaque 45 jours). Par ailleurs, de multiples évaluations de rendement du Maralfalfa réalisées à la station de l'IREC en 2021 ont révélé un rendement autour de 205 tonnes/ha/an, avec un taux moyen de matière sèche sur matière fraîche (MS/MF) de 22%, soit un rendement de 45,1 tonnes de MS/ha/an.

Durant les enquêtes, des mesures de rendement ont été entreprises dans trois exploitations agricoles. Toutefois, les plants, n'ayant que 2 à 3 semaines de croissance, n'avaient pas atteint leur pleine maturité, rendant ainsi les données recueillies non extrapolables.

Pour les besoins de cette étude, nous avons opté pour un rendement hypothétique de 150 tonnes de Maralfalfa frais par hectare par an. Cette estimation suppose un rendement en baisse comparés à ceux obtenus en station en raison de diverses pratiques non optimales observées sur le terrain. En effet, pour rappel, en matière de fertilisation, une ferme a indiqué seulement un apport approximativement de 100 kg d'urée par hectare par an ; deux autres producteurs ont reporté l'utilisation de 8 sacs annuellement pour 0,36 hectare et 30 sacs pour 0,5 hectare. Bien que le poids précis des sacs soit inconnu, ces constats apparaissent clairement bas comparés aux recommandations d'ACCEPT qui suggèrent l'application de 16 tonnes de bouses de bovins séchées par hectare par an, complétées par 500 à 1000 kg d'engrais minéraux azotés. Par ailleurs, dans de nombreux cas, notamment en dehors du Chari Baguirmi, les itinéraires techniques de production ne sont pas suivis et l'effort en matière de main-d'œuvre est également souvent réduit, avec, dans certains cas, un seul gardien en charge de toute une ferme.

Sur cette base, le rendement en tonnes de Matière Sèche par ha par an pourrait être estimé dans les fermes à environ **33 Tonnes de MS/ha/an**. Ces données sont en adéquation avec ceux mentionnés sur une fiche de formation sur les cultures fourragères réalisée par le Ministère de l'Élevage du Mauritanie en 2020, indiquant des rendements allant de 25 à 50 tonnes de fourrage sec par ha et par an au Sénégal.

### 3.2. La rentabilité du Maralfalfa

La rentabilité d'une culture fourragère peut être mesurée de plusieurs façons. Dans le cas de cette étude, en l'absence des informations sur les gains exacts en production de viande et lait puisque l'étude n'a pas eu le temps de réaliser les mesures, on se basera sur une estimation de la valeur du foin de Maralfalfa à la commercialisation.

#### 3.2.1. Estimation de la valeur du Maralfalfa :

La culture de Maralfalfa est principalement orientée vers la satisfaction des besoins alimentaires de leurs animaux, on observe donc très peu ou quasiment pas de ventes ni de fourrage frais ni du fourrage sec. Les données collectées lors de nos enquêtes ont cependant révélé quelques indications de prix issus de quelques ventes de l'année dernière à des périodes de soudure. Durant ces périodes, les éleveurs, confrontés à une pénurie alimentaire pour leur bétail, sont enclins à payer plus cher pour des aliments de qualité, tels que les fanes de niébé, d'arachide ainsi que des sous-produits industriels (tourteaux de coton surtout). Leur achat est influencé par divers critères qualitatifs, qu'ils apprécient par l'appétence (quantités ingérées par les animaux) et les impacts sur leurs performances (embonpoint et production de lait).

Techniquement on considère principalement pour la qualité des fourrages : le taux de matières azotées totale (MAT), la teneur en Énergie (UFL), ainsi que la digestibilité en matières sèches (SMS) et en matières organiques (SMO). De nombreuses analyses de qualité de fourrages ont été effectuées par le projet ACCEPT. Pour le Maralfalfa, ces analyses ont concerné des échantillons de tous les essais effectués notamment par les stagiaires par exemple pour comparer les qualités des plantes obtenues lors de coupes successives effectuées à cinq rythmes différents (respectivement les jours 30 ,36 ,45 ,60 et 73) et aussi des foins de différentes espèces végétales vendues dans les marchés. Les résultats obtenus à partir des analyses de spectrométrie (SPIR) effectués par le CIRAD de Montpellier sur de nombreux échantillons de Maralfalfa et de ces autres fanes qu'on peut retrouver sur le marché ont permis d'obtenir des moyennes pour les paramètres précédemment cités, comme présenté dans le tableau qui suit :

Cultures	MAT (%)	UFL	SMS (%)	SMO (%)
Maralfalfa	15,12	0,75	63,16	61,03
Niébé	13,5	1,01	76,35	75,09
Arachide	11,55	0,82	66,24	65,27

Tableau 4: Moyennes MAT, UFL, SMS et SMO de trois cultures fourragères (Source : Synthèse résultats d'analyses SPIR ACCEPT,2022)

Le Maralfalfa se caractérise par une teneur élevée en protéines et une quantité d'énergie satisfaisante bien que moins digestible que le niébé et l'arachide. On peut donc supposer qu'elle peut être vendue, pendant la période sèche, au minimum au prix moyen constaté de ces foins commercialisés au Tchad. D'ailleurs, une coopérative du Kanem a confié avoir vendu 3kg de foin de Maralfalfa à 500 FCFA, soit légèrement plus de 160 FCFA/kg de MS. Aussi, à Biltine, deux transactions ont été enregistrées l'année dernière : en avril, environ 6,2kg de foin ont été vendus pour 1000 FCFA, soit environ 140 FCFA/kg, et en mai, environ 6,6kg de foin ont été vendus pour le même prix, ce qui équivaut à environ 160 FCFA/kg. Plus de détails sont disponibles en annexe.

Ce tableau montre quelques prix de ces fourrages recueillis sur les marchés ruraux en période de soudure (Mars, Avril, Mai, Juin).

<b>Aliments</b>	<b>Mandelia</b>	<b>Koundoul</b>	<b>Biltine</b>	<b>Moyenne</b>
Fanes de niébé	116,66	166,66	140	141,10
Fanes d'arachide	120	160	166,66	148,88

Tableau 5: Prix moyens foins (Source : fiches de suivi prix fourrages Mandelia, koundoul, Biltine en 2022 et Enquêtes 2023)

Le prix minimum moyen observé de Mars à juin est donc de **140 F CFA/kg** de MS, correspondant à celui observé en avril 2022 à Biltine. L'utilisation de ce prix pour cette étude de rentabilité est basée sur la valeur de la production si le producteur avait entièrement récolté, séché, stocké en foins pour ne la vendre que pendant la saison sèche. Hors de cette période, de nombreux éleveurs se tournent vers les pâturages naturels qui sont largement disponibles et abondants.

### 3.2.2.Revenu d'exploitation

Charges		Amortissement(années)	Coûts moyen /ha/an
<b>Coûts variables</b>			
Acquisition bouture	0	–	0
Fertilisants	83.000	–	83.000
Main d'Œuvre	790.000	–	790.000
<b>Total Coûts Variables</b>		–	<b>873.000</b>

Coûts fixes (amortissements)	Coût investissement initial	Amortissement(années)	Coûts moyen /ha/an
Terrain	893.000	5%	44.650
Installation Maralfalfa	97.000	15	6.466
Clôture	1.040.000	20	52.000
Achat et installation panneaux et pompes	1.340.000	10	134.000
Installation Forage	660.000	30	22.000
Entretiens et réparations	20.000	1	20.000
<b>Total Coûts fixes</b>	<b>4.050.000</b>		<b>280.000</b>
<b>Total Coûts de productions</b>	–	–	<b>1.153.000</b>
<b>Recettes</b>	–	–	<b>4.620.000</b>
<b>Marge Brute</b>	–	–	<b>3.747.000</b>
<b>Marge Nette</b>	–	–	<b>3.467.000</b>
<b>Taux de rentabilité interne (TRI)</b>	–	–	<b>3,00</b>

Tableau 6: Revenu d'exploitation (Source : Résultats,2023)

Il est à souligner que, dans cette étude, le coût d'acquisition des boutures est considéré comme nul. Toutefois, dans d'autres contextes, des frais pourraient être encourus. Néanmoins, même si ces coûts étaient pris en compte, ils demeureraient négligeables. En effet, les boutures sont des morceaux de tiges pouvant être récupérées après les coupes, facilitant ainsi leur multiplication (par extension). De nombreux répondants ont même indiqué avoir distribué plusieurs boutures gratuitement.

On remarque que les dépenses associées à la main d'œuvre représentent à elles seules 68,5% des dépenses annuelles.

Sur la base de l'analyse financière, il apparaît donc que la production du Maralfalfa est une activité rentable pouvant rapporter un bénéfice net d'environ **3,5 Millions FCFA /ha/an**. Les bénéfices générés sont estimés à partir de ventes « théoriques » au prix de vente minimum pendant une période de 4 mois dans l'année ; couvrant largement les coûts qui y sont associés. Du point de vue Taux de rentabilité interne on peut donc conclure que **1 FCFA** investi dans la production de Maralfalfa à partir d'un hectare de Maralfalfa rapporte un peu plus de **3 FCFA**.

Ces résultats environnent ceux présentés dans une étude du CORAF-CILSS en 2021 sur une analyse de rentabilité économique, financière et faisabilité des cultures fourragères dans les pays du PRAPS qui affirme que le Maralfalfa procurerait au Sénégal une marge nette de 3.223.100 FCFA/ha/an.

L'aspect capital constitue un critère essentiel pour le démarrage de l'activité. Il englobe toute la dépense initiale à l'année 0 de l'activité avant même qu'aucun bénéfice n'en soit encore tiré.

### **Délai de récupération**

Le délai de récupération des capitaux investis correspond, comme son nom l'indique, au nombre d'années ou de mois au terme du quelle l'investissement « rembourse » à l'entreprise les sommes que cette dernière a affectées initialement à l'acquisition de cet investissement. Ici on prendra en compte aussi le coût d'achat de la parcelle étant considéré comme investissement initial.

Années	Niveau d'Investissements	Niveaux de Revenus
0	4.030.000	0
1	4.923.000	4.620.000
2	5.816.000	9.240.000

Tableau 7: Délai de récupération (Source : Résultats,2023)

Le délai de récupération est de 2 ans ; ce qui signifie qu'à l'issue de la deuxième année, sur la base du prix minimum, l'agriculteur peut couvrir son investissement initial ainsi que ses coûts annuels et réaliser un bénéfice net conséquent s'élevant à 3.424.000 pour les deux années.

Cette analyse n'intègre pas les coûts associés aux carburants ni aux éventuelles taxes sur le foncier. Par ailleurs, des coûts d'amortissement pouvant être associés aux constructions de bâtiments de séchages, stockage peuvent survenir lors du conditionnement et du transport du foin au marché sont non estimés dans cette étude vu qu'aucune commercialisation de ce fourrage n'a pas été constaté dans l'échantillon.

En observation complémentaire après cette analyse financière, plusieurs fermes ont indiqué que la production du Maralfalfa leur a permis de réaliser d'importantes économies de dépenses, réduisant notamment leurs achats de foin, de sons et tourteaux durant la fin de la saison sèche. C'est le cas par exemple de M. Ali Abdelhadi KAMASSAT, détenteur de 150 petits ruminants, produisant le Maralfalfa sur 0,5ha et affirmant avoir économiser près d'un million de FCFA pendant la période de soudure, soit une économie de près de deux millions de FCFA/ha.

#### **4. Réflexions sur la production et l'utilisation du Maralfalfa**

##### **4.1. Alimentation de bétail**

Lors des enquêtes, plusieurs répondant estiment que le Maralfalfa (tige et feuilles) leur apparait comme un fourrage suffisamment complet pour satisfaire seul l'alimentation d'un ruminant. De surcroit, des études menées par le projet ACCEPT ont montré qu'il peut produire du fourrage en quantité, comme vu précédemment, et obtient entre 45 à 50 jours un taux de protéines, d'énergie et de digestibilité proche d'autres fourrages de qualité (fanés de légumineuses), supérieur par rapport à d'autres cultures fourragères (luzerne, panicum maximum par exemple).

Quant à son impact sur la production de lait et de viande, une recherche menée par le projet ACCEPT, a examiné les effets d'une alimentation à base de foin de Maralfalfa sur l'élevage bovin transhumant. Les résultats indiquent qu'une ration quotidienne de 3,5 kg de ce foin pour 40 vaches laitières peulhs engendrent une augmentation moyenne de 0,47 litre de lait par jour et un gain de poids moyen de 7,7 kg sur une période de 5 mois de soudure. Bien que cette étude n'ait pas permis un suivi hebdomadaire des animaux, plusieurs enquêtés ont confié avoir vu leurs productions de lait doublées. Pour illustrer, la coopérative de Mounoussa a rapporté une croissance de la production allant de ½ litre à 1 litre de lait par jour par vache. De son côté, ATTEIB HUSSEIN DAHAB a observé une production laitière augmentant de 3-4 litres à 6-7 litres par jour. Quant à MAHAMAH ANOUR BRAHIM, il a noté une évolution de 1-2 litres à une moyenne de 3,5 litres par jour.

D'autres réponses issus des entretiens ont souligné les avantages du Maralfalfa, particulièrement sur les animaux affaiblis ou destinés à l'embouche. Plusieurs éleveurs évoquent même une transition depuis la luzerne vers le Maralfalfa après avoir observés les effets prometteurs de ce dernier.

Néanmoins, certaines inquiétudes ont été émises notamment une concernant les équidés. Un enquêté a mentionné les risques potentiels du Maralfalfa pour les chevaux, pouvant affecter l'assimilation du calcium et présenter des dangers mortels. Par ailleurs, il a été rapporté que notamment les petits ruminants rencontrent des difficultés à consommer les tiges de ce fourrage quand il n'est pas au préalable haché ou broyé.



Figure 8: Photos montrant le broyage de Maralfalfa à Klessoum et le bottelage de foin de Maralfalfa sur le site de l'IREC

## 4.2. Enjeux environnementaux et sociaux

### **Réflexions environnementales sur la production de Maralfalfa**

Le Maralfalfa étant une plante pérenne, irriguée au Sahel, présente des avantages agronomiques et environnementaux. Sa croissance continue offre une protection végétale au sol, limitant ainsi l'érosion et renforçant l'intégration de l'agriculture avec l'élevage. Par ailleurs, cette culture ne nécessite pas l'application de pesticides puisqu'il bénéficie d'une certaine résistance naturelle à de nombreux ravageurs et maladies courantes. Cela limite donc des potentiels risques de dégradation de sols, de contamination des eaux et d'impacts sanitaires sur les humains. Cependant, des problèmes de santé sont observés chez les ouvriers agricoles, notamment des irritations lors des opérations de coupe obligeant les coupeurs à porter des chemises à manches longues.

Deux aspects méritent une considération particulière :

#### **Irrigation :**

Les recherches menées par le projet ACCEPT ont estimés des besoins en eau d'irrigation de 110 à 130 litres pour chaque Kilogramme de MS produit pendant les six mois de la saison sèche avec une fréquence d'irrigation recommandée de deux fois par semaines. Par ailleurs, une fiche technique du Pennisetum Purpureum, plante similaire, en Mauritanie indique une consommation d'eau de 36 m<sup>3</sup>/ha/jour. Nos recherches dans le cadre de cette étude ont montré cependant une réalité différente. Du fait que les systèmes d'irrigation soient utilisés sur les superficies totales des fermes dans 90% des cas, on ne peut pas faire une estimation des quantités d'eau réellement utilisées pour produire le Maralfalfa dans ces cas. Cependant, trois exploitants de l'échantillon ayant mis en place un système d'irrigation uniquement dédié à la culture du Maralfalfa présentent des données pertinentes :

- Un système de pompage de 13 m<sup>3</sup>/h pour 3,5 ha, soit une consommation en eau d'environ 37 m<sup>3</sup>/ha/jour.
- Un système de pompage de 9 m<sup>3</sup>/h pour 0,75 ha, soit 120 m<sup>3</sup>/ha/jour.
- Un système de pompage de 6 m<sup>3</sup>/h pour 1 ha, soit 60 m<sup>3</sup>/ha/jour.

Sur la base des données présentées et en prenant en compte une production annuelle de 33 tonnes de matière sèche par hectare, la consommation d'eau peut être estimée en moyenne à 72m<sup>3</sup>/ha/jour, pouvant signifier une utilisation d'eau entre 250 à 300 litres par Kg de MS

produite. Il serait donc pertinent de souligner que ces producteurs exploitent des volumes d'eau significatifs, suggérant une monopolisation des ressources hydriques. Toutefois, cette situation ne semble pas alarmante à court terme d'autant plus que cette consommation d'eau demeure moindre par rapport à celle de certaines autres cultures fourragères, comme la luzerne, dont les besoins en eau sont 2 à 3 fois supérieurs.

### **Fertilisation**

En ce qui concerne la fertilisation, rappelons que l'étude a relevé, des résultats précédents, un fermier qui utilisait approximativement 100kg d'urée /ha/an. De plus certaines estimations de déjections bovines recueillies auprès de deux fermiers ont indiqué respectivement un apport de 8sacs /an pour 0,36 ha et de 30 sacs pour 0,5ha. Si les agriculteurs suivis dans cette étude appliquaient les doses conseillées par le projet ACCEPT, leurs dépenses en fertilisation excéderaient nettement les coûts moyens constatés. Il ressort clairement que les quantités effectivement utilisées sont nettement inférieures à celles recommandées, laissant supposer une éventuelle sous-fertilisation. Cela pourrait conduire à un appauvrissement progressif des sols et donc une diminution des rendements dans les prochaines années. C'est un point à surveiller.

### **✚ Maralfalfa, un atout dans la résolution partielle des problèmes d'alimentation et de mobilité au Tchad ?**

Les cultures fourragères ne doivent pas devenir des sources de conflits supplémentaires. En effet, la culture du Maralfalfa pourrait accroître la disponibilité en ressource fourragère pour les animaux revitalisant ainsi les fermes. Elle pourrait également atténuer la concurrence pour les pâturages naturels, source majeure de contentieux, favorisant ainsi une sédentarisation partielle de l'élevage. Cependant, la présence des « jardins » clôturés relève d'une forme d'accaparement foncier limitant parfois l'accès à l'eau dans certaines régions.

Dans le contexte du projet ACCEPT, axé sur la résilience des pasteurs face aux aléas, la culture du Maralfalfa peut se présenter comme une opportunité : il peut soutenir l'élevage nomade des transhumants en offrant un fourrage de qualité à un prix compétitif pendant les périodes critiques. En effet, bien que majoritairement destiné à l'alimentation du bétail des producteurs, en tenant compte des coûts logistiques, le Maralfalfa pourrait également cibler les pasteurs possédant un cheptel conséquent et souvent soumis à des contraintes budgétaires.

L'étude financière montre par ailleurs que le point crucial en termes de dépenses pour produire le Maralfalfa est la main d'œuvre. Par conséquent, une intensification de sa production permettrait de générer des opportunités d'emploi contribuant de ce fait à l'amélioration du niveau de vie des populations.

## V. LIMITES ET SUGGESTION DE L'ÉTUDE

La présente étude vise à approfondir les connaissances des coûts et profits pouvant être associés à la culture du Pennisetum Sp. L'une des limites réside dans la faible qualité des données collectées due à la nouveauté de cette culture au Tchad. Des études ultérieures, incorporant des données surtout de logistique seront nécessaires. En effet, des coûts actuellement non pris en compte, tels que ceux liés au séchage, au conditionnement et au transport, pourraient influencer les résultats. Par ailleurs, l'hypothèse sur le rendement pourrait être trop optimiste au regard des pratiques agricoles constatées, ce qui affecterait la rentabilité. L'échantillonnage de cette étude pourrait également introduire des biais, et l'hétérogénéité marquée des répondants peut impacter sa représentativité. Cela étant, cette première enquête établit un socle pour des évaluations ultérieures.

Nos suggestions au sont axées aussi bien sur les actions de recherches que de soutien au développement.

- Pour le projet ACCEPT : nous suggérons en collaboration avec d'autres initiatives de développement telles que le PRAPS, d'étendre son champ d'action. Il serait judicieux de concevoir des formations portant sur le fenaison, le séchage, et en priorité le stockage, en particulier dans des régions hors du Chari Baguirmi où les agriculteurs bénéficient d'avantages tels que l'accès à des équipements d'irrigation dotés par des programmes de développement, ainsi que des terres attribuées selon les droits coutumiers. Il serait également souhaitable d'entreprendre d'autres expériences, notamment sur le bétail, pour évaluer l'impact de l'alimentation uniquement à base de fourrage Maralfalfa sur la production laitière et de viande. De plus, explorer la disposition des éleveurs à payer pour ce fourrage serait un ajout pertinent.
- Nous exhortons la Plateforme Pastorale du Tchad (PPT) à œuvrer à ce que les éleveurs, surtout les pasteurs qui sont les cibles du projet ACCEPT, se mettent en coopératives

pour produire ce fourrage, l'utiliser uniquement pour les animaux faibles et l'embouche en périodes où les pâturages sont en abondance, le stocker afin de combler le déficit pendant la saison sèche.

- Nous sollicitons les organismes nationaux, spécifiquement le Ministère de l'Élevage et des Productions Animales du Tchad (MEPA) qui en tant qu'organe central, peut impacter significativement sur l'adoption du Maralfalfa, en initiant des ateliers réunissant les coopératives, les acteurs privés, notamment qui exercent dans le commerce de bétail, et pouvant accroître leur production avec ce fourrage ainsi les divers projets de développement du pastoralisme.
- Nous exhortons des entités comme l'IRED et le CIRAD à appuyer les études du projet autour du Maralfalfa. L'objectif étant de maximiser sa productivité auprès des fermiers et d'assurer une meilleure intégration dans les systèmes agropastoraux du pays.

## VI. CONCLUSION

La culture fourragère Maralfalfa, suscite un intérêt croissant au Tchad en raison de ses potentiels avantages tant économiques qu'agronomiques. Cette étude, axée sur l'analyse de sa rentabilité économique a permis d'approfondir notre compréhension des défis et opportunités liés à cette culture dans le contexte agropastoral Tchadien. Nos résultats montrent que la production de Maralfalfa s'avère économiquement rentable bien qu'elle engendre certains coûts additionnels qui découleraient de son conditionnement et du transport pour un futur marché. Ainsi, même face à des variations de prix sur le marché, la culture du Maralfalfa pourrait demeurer une option viable et profitable pour les éleveurs en saison sèche. Il ressort également que, bien que prometteuse, cette culture nécessite une attention particulière en matière de gestion des ressources, en particulier l'eau et la fertilisation, et d'adaptation aux conditions locales pour maximiser sa rentabilité et minimiser son impact environnemental. De plus, l'aspect foncier évoqué dans cette étude souligne l'acquisition de parcelles pour des besoins qui ne sont pas forcément agricoles dans certaines régions. Cela relève d'un accaparement de terres qui a pour conséquence la réduction des pâturages naturels. De futures études devraient également se pencher sur les avantages indirects de cette culture, notamment en termes de réduction du déficit alimentaire animal, ce qui pourrait contribuer à atténuer les conflits récurrents entre agriculteurs et éleveurs au Tchad.

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

**Abdou, M. M., Issa, S., Gomma, A. D., Sow, A., & Sawadogo, G. J.** (2017). Estimation des rendements et de la rentabilité économique de production de trois cultures : le sorgho, le niébé et la dolique à Djirataoua (Maradi–République du Niger). *Journal of Applied Biosciences*, 117, 11642-11650.

**ACAR, M., & Gül, M.** (2022). Alfalfa production costs and profitability status in Aksaray province in Turkey. *Scientific Papers: Management, Economic Engineering in Agriculture & Rural Development*, 22(2).

**Avella, N., & Reounodji, F.** (2009, April). La législation foncière pastorale au Niger et au Tchad. Une analyse comparative. In *Savanes africaines en développement : innover pour durer* (pp. 8-p). Cirad.

**Babacar, F., Sadibou, S., Mamadou, D.F., Bachir, W.** (2020). Les performances agroéconomiques de l'urée : URL:<http://dx.doi.org/10.19044/esj.2020.v16n13p364> Super Granulé : Cas Du Riz Au Sénégal.

**Beitone A., Dollo C, Drai A-M., Cazorla A.** (2010) : Dictionnaire des sciences économiques, 3è édition, Armand Colin.

**Bonfiglioli, A. M.** (1992). L'agro-pastoralisme au Tchad comme stratégie de survie. Essai Sur la relation entre l'anthropologie et la statistique. Washington : World Bank.

**BOUGOUMA-YAMEOGO, V. A. L. E. R. I. E.** (1995). Valorisation de fourrages naturels récoltés au Burkina Faso (zones sahélienne et soudanienne). Traitement à l'urée de la biomasse. Utilisation par les animaux (Doctoral dissertation, École nationale supérieure agronomique (Montpellier)).

**Boudet, G.** (1984). Recherche d'un équilibre entre production animale et ressources fourragères au Sahel. *Bulletin de la Société languedocienne de géographie Montpellier*, 18(3-4), 167-177.

**Breman, H., & Uithol, P. W. J.** (1984). Le projet production primaire au Sahel (PPS) a vu d'oiseau : diffusion des résultats d'une étude des pâturages sahéliens, pour l'amélioration de la planification des programmes de développement de l'élevage et de la gestion des ressources naturelles.

**César, J., Ehouinsou, M., & Gouro, A.** (2004). Production fourragère en zone tropicale et conseils aux éleveurs : conseils et formation en appui à la production laitière.

**Clavero, T., & Razz, R.** (2009). Valor nutritivo del pasto maralfalfa (*Pennisetum purpureum* x *Pennisetum glaucum*) en condiciones de defoliación. *Revista de la Facultad de Agronomía*, 26(1), 78-87.

**Cordier, J., Erhel, A., Pindard, A., & Courleux, F.** (2008). La gestion des risques en agriculture de la théorie à la mise en œuvre : éléments de réflexion pour l'action publique. *Notes et études économiques*, (30), 33-71.

**Correa, H., Cerón, J., Arroyave, H., Henao, Y., & López, A.** (2004). Pasto Maralfalfa: mitos y realidades. IV seminario internacional Competitividad en carne y leche. Medellín, Colombia: Cooperativa Colanta, 231-274.

**De Haan C., Steinfeld H., Blackburn H.,** 1999. *Elevage et Environnement. A la recherche d'un équilibre.* FAO, 115 p.

**Demircan, V.; Dalgic, A.; Sarica, D.** (2022). Cost and profitability analysis of forage crops: a case study of Burdur Province, Turkey. *Czech Journal of Animal Science*, v. 17, n. 3.

**Diop, A. T., Diop, N., Niang, I., Atte, I., Toutain, B., & Hamadoun, M.** (2012). Pastoralisme et zonage réglementaire.

**Djibril, I. G. M., & Boubacar, S.** (2021). Analyse de la Rentabilité Économique du Maraîchage d'hivernage dans les Communes d'Imanan et de Tagazar au Niger.

**Duteurtre, G., Kamil, H., & Le Masson, A.** (2002). Étude sur les sociétés pastorales au Tchad. Rapport de synthèse.

**FAO.** (2020). Estimation des bilans fourragers dans la région du Sahel d'Afrique de l'Ouest et Centrale. Sous la direction de Assouma, M.H. et Mottet, A. FAO : Production et santé animales – Directives no. 22. Rome.

**Hiernaux P., Abdraman M. A., Béchir A. B., Passinring K.** (2021). Diversité des pratiques pastorales, des mobilités et des trajectoires d'adaptation des systèmes pastoraux et agro-pastoraux au changement. Rapport IRAM-ACCEPT, 101 p.

**Hiernaux, P., Diawara, M. O., Kergoat, L., & Mougin, É.** (2015). La contrainte fourragère des élevages pastoraux et agro-pastoraux du Sahel. book: Les sociétés rurales face aux

changements climatiques et environnementaux en Afrique de l'Ouest. Editors: IRD  
[https://www.researchgate.net/publication/303372607\\_](https://www.researchgate.net/publication/303372607_).

**Hiernaux, P., & Le Houérou, H. N.** (2006). Les parcours du Sahel. Science et changements planétaires/Sécheresse, 17(1), 51-71.

**Holmann, F. J., Rivas Ríos, L., Carulla, J., Giraldo, L. A., Guzman, S., Martinez, M., ... & Farrow, A.** (2002). Evolution of milk production systems in the tropics of Latin America and its interrelationship with markets: An analysis of the Colombian case.

**Klein, H. D., Rippstein, G., Huguenin, J., Toutain, B., & Guerin, H.** (2014). Les cultures fourragères (p. 264). Éditions Quae.

**Le Houérou, H. N.** (1989). Classification éco climatique des zones arides (sl) de l'Afrique du Nord. Ecologia mediterranea, 15(3), 95-144.

**Lent, R., & Martin, F.** (1991). Le système de commercialisation des produits agricoles au Sahel : une approche économique (No. 21).

**Lhoste, P.** (1999). Intégration des cultures fourragères dans les systèmes de production. Cultures fourragères tropicales, CIRAD, 359-366.

Maman, S. (2014). Analyse du système de commercialisation du Fourrage dans la ville de Niamey (Niger). Mémoire de master, Ecole Inter-états des Sciences et Médecine vétérinaires (EISMV) de Dakar.

**Mateus, L., Hernández, O., Velásquez, M., & Díaz, J. D. J.** (2012). Evaluación del pretratamiento con ácido sulfúrico diluido del pasto maralfalfa (*Pennisetum glaucum* x *Pennisetum purpureum*) para la producción de etanol. Revista Colombiana de Biotecnología, 14(1), 146-156.

**Osorio, M. M., & Segura, J. C.** (2004). Environmental and breed effects on test day milk yields of dual-purpose crossbred cows under tropical conditions of Mexico. Journal of Applied Animal Research, 25(2), 125-128.

**Pacheco Baca, G. M.** (2014). Respuesta de la mar-alfalfa morada (*Pennisetum* sp) a la incorporación, edáficas de diferentes niveles de zeolita (Bachelor's thesis).

**Pirou, JP.** (2005). Mesure de la rentabilité des entreprises, 25p.

**Sanou, K. F., Nacro, S., Ouédraogo, M., Ouédraogo, S., & Kaboré-Zoungrana, C.** (2011). La commercialisation de fourrages en zone urbaine de Bobo-Dioulasso (Burkina Faso): pratiques marchandes et rentabilité économique. *Cahiers Agricultures*, 20(6), 487-493.

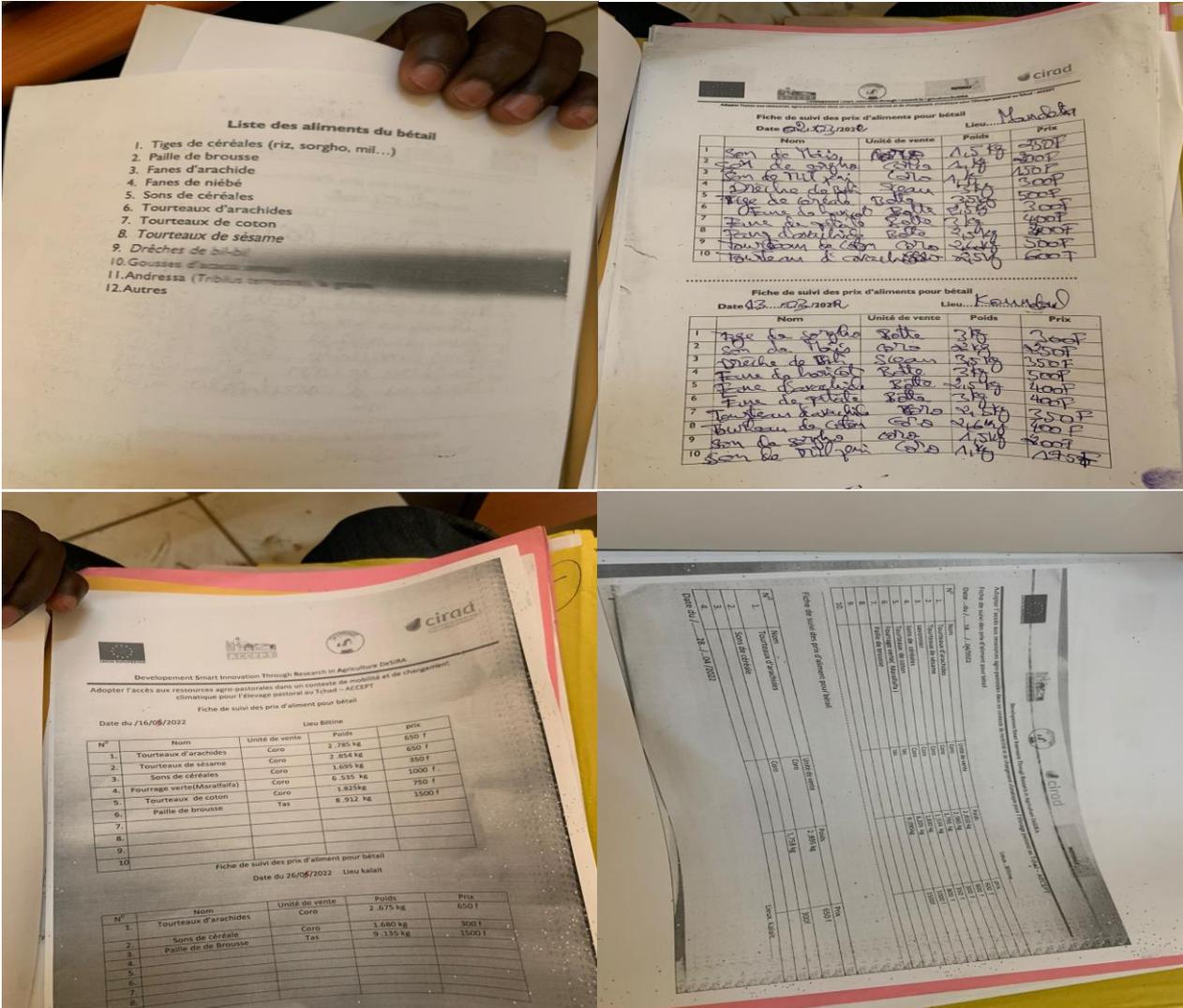
**Sougnabé, P.** (2013). La sédentarisation comme moyen d'adaptation aux baisses de la pluviométrie chez les éleveurs Peuls en Savane tchadienne. *VertigO*, 13(1).

**Touré, I., Ickowicz, A., Wane, A., Garba, I., Gerber, P., Atte, I., ... & Yahaya, S.** (2012). Atlas des évolutions des systèmes pastoraux au Sahel : 1970-2012.

**Wane, A., Cesaro, J. D., Duteurtre, G., Touré, I., Ndiaye, A., Alary, V., ... & Velasco, G.** (2020). The economics of pastoralism in Argentina, Chad and Mongolia.

# ANNEXES

## ANNEXE 1 : Photos de prix de quelques fourrages dans certaines zones



## QUESTIONNAIRE D'ENQUÊTE

### Etude de la rentabilité économique de la production du fourrage irrigué Maralfalfa au Tchad

Date...../...../2023.....Lieu..... Fiche n° .....

#### Section I : Caractéristiques du répondant

1. Nom :

2. Prénoms :

3. Age : 25-35  36-45  46-55  Plus de 55ans

4. Instruction : Non scolarisé  Ecole coranique  Primaire  Secondaire   
Supérieur

5. Quelle est votre Activité principale ?

6. Quelles sont vos principales autres sources revenues ?

Rang	Activités
1 <sup>ere</sup>	
2eme	
3eme	
4eme	
5eme	

7. Possédez-vous une formation en lien avec l'agriculture ou l'élevage ?.....Si oui,  
Laquelle ?

## Section 2 : Caractéristiques de l'exploitation

8. Etes-vous le propriétaire  ou le Gérant

9. Depuis quand avez-vous installé la ferme ?

10. Quelle est la superficie totale de la ferme ?

11. Quels sont les différentes cultures que vous produisez (en dehors du maralfalfa) ?

Cultures	Superficie (Ha)	Rendement (T/ha)

12. Quelles sont les espèces animales que vous possédez et leurs effectifs ?

Espèce	Effectif	Males	Femelles	Jeunes
Bovins				
Ovins				
Caprins				
Camelins				
Equins				
Asins				

13. Comment nourrissez-vous votre bétail en saison des pluies ? En période sèche ?

14. Comment avez-vous découvert le Maralfalfa ?

15. En quelle année avez-vous commencé et avec combien de plants (ou boutures) ?

16. Avez-vous augmenté votre superficie ? Quand ? de Combien ?

17. Quelle superficie de votre exploitation est dédiée au Maralfalfa aujourd'hui ?

18. Avez-vous ou un membre de votre équipe reçu des formations en lien avec le Maralfalfa ?

Si oui, lesquelles ?

### **Section 3 : Coûts de production du Maralfalfa**

19. Combien d'ouvriers travaillent à plein temps sur votre parcelle de Maralfalfa (entretien, irrigation et fertilisation, coupe transport et distribution, séchage et stockage) ?

20. Combien vous coûte chaque ouvrier (logement, nourriture, santé, transports, coût du chef d'équipe...)

21. Combien d'ouvriers travaillent à temps partiel sur votre parcelle maralfalfa ? Pour quelles activités sont-ils sollicités et combien vous coûtent-ils pour cela ?

- **Préparation de terrain et semis**

22. Quel est le mode d'acquisition de vos terrains et celui de la parcelle Maralfalfa :

	<b>Achat</b>	<b>Don</b>	<b>Location</b>	<b>Total</b>
Superficie				
Prix				

23. Quel est le mode d'acquisition des boutures de Maralfalfa ?

	<b>Achat</b>	<b>Don</b>	<b>Total</b>
Quantité			
Prix			

- **Fertilisation et traitement**

24. Quels sont les produits utilisés pour la fertilisation et leurs coûts ?

<b>Fertilisant</b>	<b>Quantité/ha/an</b>	<b>Cout/ha/an</b>
Fumier (bovins, petits ruminants, volaille, etc.)		
Urée		
NPK		
Autres à préciser		

- **Irrigation**

25. Avez-vous changé de système d'irrigation après l'installation du Maralfalfa ? Si Oui quand ? et Pourquoi ?

26. Combien de fois par semaines irriguez-vous ? Pendant combien de temps ?

27. Quels sont les vos équipements pour l'irrigation ?

<b>Matériels</b>	<b>Nombre</b>	<b>Marque et Modèle</b>	<b>Prix unitaire</b>	<b>Année d'achat</b>
Pompes électrique immergées solaires				
Moto pompe a diesel				
Panneaux solaire				
Installation des panneaux solaires (pilier bâtiment)				
Installation électrique				
Batteries				
Convertisseurs				
Condensateur/contrôleurs				
	Autres à préciser			

28. Disposez d'un réservoir d'eau ?

<b>Type</b>	<b>Capacité</b>	<b>Cout</b>	<b>Année d'achat</b>
Fut			
Métal			
Béton			
Structure d'élévation(hauteur)			
	Autres à préciser		

- **Achat et entretien des divers équipements de production**

**-Confection Clôture et installations**

<b>Matériaux</b>	<b>Superficie</b>	<b>Cout</b>	<b>Durée de vie (amortissement)</b>
Grillage			
Haie vive			
Barbelé, tranchée			
Hangars de stockage/séchage			
Mangeoires			
Autres à préciser			

**-Achat Matériaux et équipements**

<b>Matériaux</b>	<b>Coûts</b>	<b>Durée de vie (amortissement)</b>
Tracteur		
Charrette		
Charrue		
Machine de coupe		
Hache paille		
Autres à préciser		

- **Entretien des matériaux et équipements**

29. Combien vous coute l'entretien de vos matériaux et équipements par an ?

<b>Matériaux/équipements</b>	<b>Coût d'entretien</b>
Pompes électrique immergées solaires	
Moto pompe a diesel	
Panneaux solaire	
Installation des panneaux solaires (pilier bâtiment)	
Installation électrique	
Batteries	
Convertisseurs	
Condensateur/contrôleurs	
Tracteur	
Charrette	
Charrue	
Machine de coupe	
Hache de paille	
<b>Autres (à préciser)</b>	

30. Y-a-il d'autres coûts de production ?.....

31. Payez-vous de taxe ou impôt sur l'activité ? Oui  Non

32. Si oui combien ?

#### **Section 4 : Cout de stockage/vente**

33. A quelle date coupez-vous ? Pourquoi ?

34. Quel est le rendement par ha/an de maralfalfa frais sur votre parcelle ?

35. Séchez/stockez-vous le fourrage ? Si oui, pour combien de temps ?

### Section 5 : Bénéfices

36. Que faites-vous de la production ?

	<b>Part de la récolte (en %)</b>
Alimentation bétail	
Vente	
Autres (préciser)	

37. Quels sont vos prix de vente/achat de fourrage en saison sèche chaude (Avril, Mai) ?

<b>Cultures</b>	<b>Prix moyen (Frcs CFA/kg)</b>	<b>Observations</b>
Maralfalfa		
Sorgho		
Niébé		
Arachide		
Autres (préciser)		

38. Quels sont vos prix de vente/achat de fourrage en saison humide (Juin à Octobre) ?

<b>Cultures</b>	<b>Prix moyen (Frcs CFA/kg)</b>	<b>Observations</b>
Maralfalfa		
Sorgho		
Niébé		
Arachide		
Autres (préciser)		

39. Quels sont les prix d'achat/vente de fourrage le reste de l'année (Novembre, Décembre, janvier, Février)

<b>Cultures</b>	<b>Prix moyen (Frcs CFA/kg)</b>	<b>Observations</b>
Maralfalfa		
Sorgho		
Niébé		
Arachide		
Autres (préciser)		

40. Quels sont les prix d'achat/vente en périodes de festivités (ramadan, etc.) ?

<b>Cultures</b>	<b>Prix moyen (Frcs CFA/kg)</b>	<b>Observations</b>
Maralfalfa		
Sorgho		
Niébé		
Arachide		
Autres (préciser)		

41. Mesurez-vous l'impact de l'utilisation du fourrage maralfalfa sur votre ferme ?  
(Appréciez)

- Production de lait
- Santé et poids des animaux
- Fertilité des animaux

## **Section 6 : Appréciation et perspectives**

42. Quelles sont les difficultés que vous rencontrez pour acheter ou vendre le fourrage Maralfalfa ?

43. A quelles fins pensez-vous pouvoir dans le futur principalement produire les fourrages maralfalfa ?

44. Souhaitez-vous accroître vos superficies en cultures de maralfalfa de combien d'ha les 2 et 10 ans à venir ?

45. Avez-vous des difficultés particulières ou besoin d'appui dans votre activité ?

## **LISTE DES FIGURES**

Figure 1:Jeunes plants de Maralfalfa (Source : enquêtes 2023).....	9
Figure 2:Localisation des provinces étudiées (Source : CNRD).....	16
Figure 3 : Graphe montrant la répartition des fermes enquêtés par provinces.....	17
Figure 4:Photos de l'administration de questionnaires dans deux fermes (Source : Enquêtes 2023).....	18
Figure 5: Graphe répartition selon taille de la superficie Maralfalfa .....	21
Figure 6: Photo du canal d'irrigation de parcelles de Maralfalfa dans une ferme à Klessoum	25
Figure 7: Photos d'un Tuyau de distribution en PVC et de panneaux solaires .....	25
Figure 8: Photos montrant le broyage de Maralfalfa a Klessoum et le bottelage de foin de Maralfalfa sur le site de l'IRED .....	34

## **LISTE DES TABLEAUX**

Tableau 1:Mode d'acquisition de terres selon les provinces enquêtés.....	20
Tableau 2:Répartition des répondants selon leurs provinces et superficie.....	21
Tableau 3:Répartition des enquêtés en fonction de leurs années de démarrage par provinces	22
Tableau 4: Moyennes MAT, UFL, SMS et SMO de trois cultures fourragères (Source : Synthèse résultats d'analyses SPIR ACCEPT,2022) .....	29
Tableau 5: Prix moyens foins (Source : fiches de suivi prix fourrages Mandelia, koundoul, Biltine en 2022 et Enquêtes 2023) .....	30
Tableau 6: Revenue d'exploitation (Source : Résultats,2023).....	31
Tableau 7: Délai de récupération (Source : Résultats,2023).....	33

# TABLE DES MATIERES

REMERCIEMENTS .....	2
LISTE DES SIGLES ET ABBREVIATIONS .....	3
RÉSUMÉ .....	4
I. INTRODUCTION .....	6
1. Contexte et justification de l'étude .....	6
2. Objectifs de l'étude .....	8
II. CADRE THÉORIQUE ET REVUE DE LITTÉRATURE .....	8
III. METHODOLOGIE .....	16
1. Description de la zone d'étude : .....	16
2. Échantillonnage .....	17
3. Collecte et analyse de données : .....	18
IV. RÉSULTATS ET DISCUSSIONS .....	19
1. Typologie et dynamisme des producteurs de Maralfalfa .....	19
1.1. Typologie des enquêtés .....	19
1.2. Dynamisme des producteurs .....	22
2. Évaluation des coûts de productions du Maralfalfa .....	23
2.1. Installation du Maralfalfa .....	23
2.2. Fertilisation .....	24
2.3. Irrigation .....	24
2.4. Main d'œuvre .....	26
2.5. Matériaux et équipements .....	26
3. Analyse de rentabilité .....	28
3.1. Estimation du rendement de Maralfalfa .....	28
3.2. La rentabilité du Maralfalfa .....	29
4. Réflexions sur la production et l'utilisation du Maralfalfa .....	33
4.1. Alimentation de bétail .....	33
4.2. Enjeux environnementaux et sociaux .....	35
V. LIMITES ET SUGGESTION DE L'ÉTUDE .....	37
VI. CONCLUSION .....	38
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES .....	39
ANNEXES .....	43
LISTE DES FIGURES .....	54
LISTE DES TABLEAUX .....	54