

UNIVERSITE DE N'DJAMENA

N° d'ordre :

FACULTE DES SCIENCES EXACTES ET APPLIQUEES



DEPARTEMENT DE BIOLOGIE

LABORATOIRE DE BIOCHIMIE, BIOLOGIE CELLULAIRE,  
MOLECULAIRE ET MICROBIOLOGIE

MEMOIRE

Présenté par :

**DJEKOURBOUAYOM Honoré**

Ingénieur des Travaux en Productions Animales

Pour obtenir

**LE DIPLOME DE MASTER EN SCIENCES BIOLOGIQUES APPLIQUEES**

**Spécialité : Productions Animales**

**Sur le thème :**

Effets de différents rythmes de coupe sur la quantité et la qualité des productions de fourrages de *Maralfalfa* irrigués à la Station Expérimentale de l' Institut de Recherches en Elevage le Développement à N' Djamena (Tchad).

Soutenu publiquement le 28 Décembre 2022 de 13h 30' à 15h 00 devant le jury composé de :

Président Pr MBAYNGONE Elisée, Maître de conférence/CAMES à l'Université de N'Djaména.

Examinateur Pr ISSA Adoum Youssouf, Maître de conférence/CAMES à l'Institut Universitaire d'Abéché.

Rapporteur Pr KOUSSOU Mian-Oudanang, Maître de Recherche/CAMES, à l'Institut de recherche en Elevage pour le Développement.

**Directeur :**

**Pr KOUSSOU Mian-Oudanang, Maître de recherche/CAMES.**

**Année académique 2021-2022**

## Table de matières

Table de matières .....	I
Liste de figures .....	III
Liste des photos .....	IV
Liste des tableaux .....	V
Sigles et abreviations.....	VIII
Annexes .....	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>
Résumé : .....	IX
Abstract .....	X
Introduction .....	1
CHAPITRE I : GENERALITES SUR LE <i>MARALFALFA</i> .....	2
1.1. Définition des termes : .....	2
1.2. Le Maralfalfa.....	3
1.2.1. Origine.....	3
1.2.2. Systématique .....	3
1.2.3. Caractéristiques de <i>Maralfalfa</i> . .....	4
CHAPITRE II : MATERIEL ET METHODES.....	9
2.1. Matériel .....	9
2.1.1. Zone d'étude.....	9
2.1.1.1. Caractéristique du lieu d'implantation .....	9
2.1.2. Matériel biologique .....	10
2.1.3. Matériel non biologique .....	11
2.2. METHODES .....	13
2.2.1 Le Dispositif expérimental en bloc aléatoire complet (bloc de Fisher) .....	13
2.2.1. Plantation des boutures.....	16
2.2.2. Irrigation.....	16
2.3. Fertilisation.....	16

2.3.1. Exportations de minéraux NPK estimées .....	16
2.3.2. Fertilisation organique et minérale appliquée .....	17
2.3.3. Entretien .....	17
2.4. Collecte de données de croissance et productivité .....	18
2.4.1. La hauteur des plantes .....	18
2.4.2. La coupe .....	18
2.4.3. Les prélèvements pour analyse .....	18
2.4.4. Saisie et traitement de données .....	19
2.4.5. Calcul des rendements.....	19
CHAPITRE III : RESULTATS ET DISCUSSION .....	20
3.1. Hauteur des plantes .....	20
3.2. Production de biomasse.....	21
3.2.1. Matières sèches .....	21
3.2.2. Qualité du fourrage.....	21
3.3. Détermination de la date optimale de coupe .....	22
DISCUSSIONS .....	24
4.1. Date de coupe .....	24
4.2. Rendement moyen.....	24
4.3. Valeur nutritive .....	24
4.4. Digestibilité .....	25
4.5. Perspectives : .....	25
Conclusion.....	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>
Référence bibliographique .....	26

## Liste de figures

Figure 1: Carte du site d'étude.....	10
Figure 2: Schéma parcelle d'essai date de coupe.....	15
Figure 3: Courbe évolution .....	20

## Liste des photos

Photo 1: Parcelles de maralfalfa.....	3
Photo 2: Système racinaire de maralfalfa.....	6
Photo 3: Bouture de maralfalfa avant le semis.....	11
Photo 4: Balance électronique.....	11
Photo 5: Véhicule transportant les fourrages verts.....	12
Photo 6: Etuve à séchage d'échantillons.....	12
Photo 7: Broyeur d'échantillon.....	13
Photo 8: Billons irrigués.....	16
Photo 9: Application de fertilisant (urée et bouse de boeufs.....	17
Photo 10: Mesure de la hauteur.....	18

## Liste des tableaux

Tableau I: Répartition de traitements dans les blocs .....	14
Tableau II: Rythme de croissance des plantes.....	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>
Tableau III: Evolution du rendement de matières fraîches (g/j/m <sup>2</sup> ) suivant le rythme de coupe. ....	21
Tableau IV: Variation de la teneur en MAT selon le rythme de coupe .....	21
Tableau V: Variation de la valeur énergétique (UFL) selon le rythme de coupe .....	22
Tableau VI: Variation du taux de digestibilité selon le rythme de coupe .....	22
Tableau VII: Variation du rendement et du taux de MAT selon le rythme de coupe .....	23

## **Dédicace**

À mon feu Père **NDOUBANON Mathias**, **DANGOYOL Helene** pour tout l'amour, le soutien et l'encouragement que vous ne cessez d'apporter à l'enfant que je suis.

## Remerciements

Ce travail n'aurait pu voir le jour sans la participation active et enthousiaste des uns et des autres, c'est pourquoi nous avons le devoir d'exprimer nos remerciements à tous ceux qui ont participé d'une manière ou d'une autre à sa réalisation. Mais d'abord nous rendons grâce à Dieu le Tout Puissant, pour ses bienfaits durant nos études et de nous avoir aidé à réaliser ce mémoire que son nom soit loué.

Nos sincères remerciements :

- Pr KOUSSOU Mian-Oudanang, qui a accepté de diriger ce travail et dont la rigueur et les qualités d'homme nous ont permis de suivre une démarche scientifique tout au long de nos recherches pour ainsi achever et donner une forme définitive à ce présent travail ;
- Au projet ACCEPT qui nous a accueilli pour réaliser ce travail, particulièrement aux membres de l'équipe CIRAD et IRED ;
- Pr MBAYNGONE Elisée et les enseignants du Département de Biologie qui nous ont donnés les connaissances et la méthodologie scientifique tout au long de notre formation ;
- Aux assistants : DJOMTCHAIGUE BAMARE Herbert, Hassan Ahmat Djefil et MELOM Serge pour leur orientation et contribution scientifique.
- Aux ouvriers dont l'affection, les recommandations et orientations nous ont été utiles pour ce parcours et la rédaction de ce travail, soient ici remerciés.
- Amis : BADAWE Solange, Abba BABO, ZAKIARA Ahmat Adoum, DAWE Kebang et DJERMO Talkissam, LORABEGOTO Aimé pour votre compagnie combien sympathique, nous vous remercions.
- Aux amis, connaissances, collègues et camarades de promotion qu'ils trouvent ici nos remerciements les plus sincères pour leurs encouragements et conseils, particulièrement à nos collègues du collège des étudiants. L'affection qu'ils nous ont témoignée nous a aidé à aller jusqu'au bout de ce travail.
- A l'endroit de tous mes neveux, nièces, cousins, cousines, oncles et tantes, amis et connaissances ;
- A vous mes chers regrettés MADJITOLUM Narcisse et NENONLEM Thérèse. Enfin, que tous ceux qui n'ont pas été cités ici mais qui nous sont à l'esprit trouvent l'expression de notre grande et profonde gratitude.

## **SIGLES ET ABREVIATIONS**

**ACCEPT** : Adapter l'accès aux ressources agro-pastorales dans un contexte de mobilité et de changement climatique pour l'élevage pastoral au Tchad

**CIRAD** : Centre de coopération Internationale en Recherches Agronomiques pour le Développement

**FAO** : Organisation des Nations-Unies pour l'alimentation et l'agriculture

**FAOSTAT** : Organisation des Nations –Unies pour l'alimentation et l'Agriculture

**IRED** : Institut de Recherches en Elevage pour le Développement

**ITRAD** : Institut Technique de Recherches Agricoles pour le Développement

**Kg** : Kilogramme

**M.E.P. A** : Ministère de l'Elevage et des Productions Animales

**M.F** : Matières Fraîches

**MS** : Matières Sèches

**N** : Nombre de répétition de traitement

**PND** : Programme National de Développement

**PPT** : Plateforme Pastorale du Tchad

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

**PREPAS** : Projet de renforcement de l'Elevage pastoral (coopération Suisse)

**RGE** : Recensement Général de l'élevage

**RGPH2** : Deuxième Recensement General de la population et de l'Habitat

**SPAI** : Sous-Produits de l'Agro-Industrie

**UBT** : Unité de Bétail Tropical

**UFV** : Unité fourragère Viande

## Résumé

L'objectif de l'étude était d'améliorer les connaissances des techniques de culture et d'exploitation appropriées pour appuyer l'éventuelle introduction au Tchad de la production d'une culture fourragère « irriguée » de haute productivité d'origine sud-américaine le « *Maralfalfa* » (*Pennisetum*). Un essai dans le site de la station expérimentale de l'IRED (dans le cadre du Programme ACCEPT entre Octobre 2021 et Juin 2022, a été mené pour comparer le rendement (matière fraîche et matière sèche) et la qualité du fourrage *Maralfalfa* obtenu après cinq différents intervalles entre les récoltes (dates de coupe après 30, 36, 45, 60, 73 jours). Comme on pouvait s'y attendre, les dates de coupes les plus tardives qui correspondent à des périodes de développement du fourrage plus longues ont permis des rendements de matière sèche plus élevés. Mais les dates de coupe les précoces permettant de faire plus de coupe au cours d'une année, les traitements étudiés ont été comparés en terme de rendements par jour ce qui permet d'estimer un rendement par an. Pour cette variable, la date de coupe à 45 jours a présenté le meilleur rendement, ce qui est cohérent avec les fiches techniques sud-américaines du *Maralfalfa* mais aussi les fiches techniques du *Pennisetum Purpureum* qui est très proche du *Maralfalfa*. Pour l'analyse de la qualité du fourrage produit, les résultats des prévisions du SPIR (Spectromètre à Proche Infra Rouge) ont confirmé que les fourrages les plus jeunes ont la meilleure qualité (plus de protéines, plus d'énergie et meilleures digestibilités). Ainsi les dates de coupe de 30 jours ont donné des fourrages de la meilleure qualité et ceux de 73 jours de la qualité la plus faible et l'évolution de l'un à l'autre est apparue cohérente/continue.

Mots clés : *Maralfalfa*, coupe, qualité, IRED, Ndjamená.

## **Abstract**

The objective of the study was to improve knowledge of appropriate cultivation and exploitation techniques to support the possible introduction in Chad of the production of a high-productivity "irrigated" fodder crop of South American origin "*Maralfalfa*" (*Pennisetum*). A test at the IRED experimental station site (as part of the ACCEPT Program between October 2021 and June 2022), was conducted to compare the yield (fresh matter and dry matter) and the quality of *Maralfalfa* forage obtained after five different intervals between harvests (cut dates after 30, 36, 45, 60, 73 days). Not surprisingly, later cut dates that correspond to longer forage development periods resulted in higher dry matter yields. But the earliest cutting dates allow more cutting during a year, the treatments studied were compared in terms of yields per day which makes it possible to estimate a yield per year. For this variable, the cutting date at 45 days presented the best yield, which is consistent with the South American technical sheets of *Maralfalfa* but also the technical sheets of *Pennisetum Purpureum* which is very close to *Maralfalfa*. For the analysis of the quality of the fodder produced, the results of the NIRS (Near Infrared Spectrum) forecasts confirmed that the youngest forages have the best quality (more protein, more energy and better digestibility).). Thus the cutting dates of 30 days gave fodder of the best quality and those of 73 days of the lowest quality and the evolution from one to the other appeared consistent/continuous.

Keywords:*Maralfalfa*,cut,quality,IRED,Ndjamena.

## INTRODUCTION

Pays d'élevage, le Tchad comptait en 2020, 32 millions de bovins, 39 millions d'ovins, 42 millions de caprins et 9 millions de dromadaires (FAOSTAT, 2020). L'élevage est majoritairement de type pastoral. Il implique la mobilité des familles et des animaux à la recherche des ressources pastorales (eau, pâturages). La principale contrainte au développement de l'élevage demeure donc l'alimentation surtout en fin de saison sèche. Pendant cette période, les éleveurs doivent rechercher des alternatives pour nourrir leurs animaux (Hiernaux et *al.*, 2021). Elles consistent à la complémentation à base de résidus de cultures vivrières et parfois de sous-produits agro-industriels ou SPAI (drêches de bili-bili, de mélasse, tourteaux d'arachide, tourteaux de coton, sons, etc.) que les éleveurs achètent. Actuellement les cultures pluviales spécifiquement fourragères sont quasi inexistantes. En concurrence avec des fourrages naturels et des restes de culture quasi « gratuits » les producteurs cherchent d'abord à produire les céréales (mil, sorgho, berbère, riz,) et les légumineuses (arachides, niébé, haricots...) pour l'alimentation des animaux. Dans ces conditions, la plupart des tentatives de développement des cultures fourragères chez les « agri-éleveurs » ont été des échecs (Nianogo, 2000). L'IRED, dans le cadre du projet ACCEPT a fait un essai de comparaison de cinq cultures fourragères irriguées. (*Pennisetum* (Maralfalfa), *Pennisetum purpureum*, *Panicum maximum*, *Brachiaria ruziziensis* et Sorgho fourrager (Abu sabeen) a été entrepris depuis Juillet 2020 (Koussou, 2022). L'objectif global du projet est de contribuer au renforcement de la résilience des pasteurs et agro-pasteurs face au changement climatique en facilitant l'adaptation de l'accès aux ressources agro-pastorales. De manière plus spécifique, il s'agit de produire des connaissances, tester et évaluer des innovations, fournir des outils d'aide à la décision facilitant l'adaptation des pasteurs et des agro-pasteurs au changement climatique dans un contexte d'accentuation de la compétition sur les ressources agro-sylvo-pastorales. C'est ainsi que la graminée améliorée le *Maralfalfa* a montré les meilleures capacités de production et de ce fait le Projet ACCEPT a souhaité faire des études complémentaires sur les techniques de culture et exploitation de cette graminée. L'objectif est une de ces études complémentaires (dates de coupe, doses d'eau d'irrigation, doses de fertilisants, techniques de séchage, ...) pour améliorer les connaissances des techniques de culture et d'exploitation appropriées pour la production d'une culture fourragère « irriguée » de haute productivité le *Maralfalfa*. L'objectif de ce travail est de déterminer la date de coupe qui associerait la meilleure production et une bonne qualité de fourrage.

## CHAPITRE I : GENERALITES SUR LE *MARALFALFA*

### 1.1 Définition des termes :

Le terme fourrage désigne tout végétal (herbes de prairie, céréales, maïs, pailles, racines, tubercules) destinés à l'alimentation des animaux, principalement des ruminants. Les fourrages produits sont consommés soit à l'état frais (pâturage ou distribution en vert), soit après récolte et conservation sous forme de foin ou sous forme humide (ensilage) (Renaud, 2002). Selon Jananti (1990), le rôle des cultures fourragères est lié en grande partie au rôle de l'élevage qui les valorise.

**Talle :** Désigne pour une graminée, soit l'ensemble des tiges d'une graminée, y compris les feuilles, soit les rejets à la base de la tige primaire (Boudet,1975).

**Refus :** En agronomie, désigne les plantes ou parties de plantes qui sont délaissées par les animaux lors de pâturage ou la consommation à l'auge (Boudet ,1975).

**Parcours :** En élevage, ce mot désigne les espaces de vaine pâture. Ce sont souvent des terres non cultivées et non forestières fournissant une faible production végétale (Boudet ,1975).

**Pérenne :** Se dit d'une plante survivant plusieurs années à la saison sèche, grâce à ses structures souterraines (racines, bulbes et tubercules) (Boudet ,1975).

**Adventices :** En agronomie, plante herbacée ou ligneuse indésirable.

**Digestibilité :** Critère qui définit le degré de digestion de la matière organique (ou de la matière azotée) par un animal (différence entre les produits ingérés et excrétés) (Boudet ,1975).

**Hybride :** Se dit d'une plante issue du croisement entre les parents nettement différents, appartenant à, la même espèce (croisement entre lignée) ou à des espèces voisines (hybrides interspécifiques) (Boudet ,1975).

**Lignine :** Bio polymère présent dans les végétaux vasculaires, l'un des principes constituants du bois, présent aussi dans les tissus de soutien des fourrages (Boudet ,1975).

**Système de production :** C'est un mode de combinaison entre terre, force et moyens de travail, il a pour finalité une production végétale et animale commune à un ensemble d'exploitations (Kebize, 1993).

## 1.2 *Le Maralfalfa*

### 1.2.1 Origine

Le *Maralfalfa* est une herbe d'origine colombienne qui a connu un développement important en Amérique Latine, en Colombie, en Bolivie, au Mexique, en République dominicaine, au Cuba et au Pérou. C'est un fourrage hybride amélioré qui a été sélectionné par José Bernal Restrepo (Père Jésuite), Biologiste qui lui a donné ce nom « *Maralfalfa* » après plusieurs croisements. Il a été introduit dans les années 2000 en Mauritanie et au Sénégal où son développement continue d'être appuyé par des actions publiques au Développement (PRAPS et autres...) en présentement au Tchad dans le cadre du Projet ACCEPT. Au Tchad, cette herbe à haute productivité a commencé à être diffusée par des projets d'appuis au développement. La plante *Maralfalfa* est une herbe tropicale de haute qualité qui a un potentiel fourrager très apprécié par les ruminants.



*Photo 1: Parcelle de Maralfalfa*

### 1.2.2 Systématique

La classification taxonomique de *Maralfalfa* :

- Règne : *Plantae* (graminée)
- Embranchement : *Poales*
- Sous – embranchement : *Angiosperme*
- Classe : *Paoceae*
- Sous-classe : *Panicodeae*
- Ordre : *Pennisetum*

- Les noms communs : *Maralfalfa*

Plantes hybrides issues d'un croisement de cinq espèces, le *Maralfalfa* fait partie des plantes dont la dénomination spécifique est encore indéfinie. Pour le moment, on le dénomme *Pennisetum sp.* Des noms vulgaires ont été donnés à cet hybride comme le « *Néma* » au Sénégal. Le *Maralfalfa* est très souvent confondu avec le *Pennisetum purpureum* (syn. *Cenchrus purpureus*) qui est une plante originaire des savanes de la zone tropicale de l'Afrique (Herbe à éléphant, Napier) et dont il est issu. Le nom d'« herbe à éléphant » provient du fait que c'est une des nourritures favorites des éléphants. Le nom de « Napier » se réfère à un certain colonel Napier de Bulawayo en Rhodésie (actuel Zimbabwe) qui insista auprès du ministère de l'agriculture de ce pays au début du XX<sup>e</sup> siècle pour que soit explorée la possibilité d'utiliser cette graminée pour l'élevage du bétail.

### 1.2.3 Caractéristiques de *Maralfalfa*.

#### a) Botanique

Le *Maralfalfa* aime les climats tropicaux, mais pousse aussi dans les climats tempérés, les rhizomes sous le sol conservent leur vitalité et se développent en faisant pousser des pousses à partir des rhizomes au printemps. Cependant, lorsque le développement des racines est atteint dans les années suivantes, si les rhizomes souterrains se développent bien, une plus grande résistance aux températures inférieures à zéro en hiver est fournie.

#### b) Talles

Cette plante se caractérise par son port dressé, très haut, qui à sa base, forme les talles généralement nombreux et les chaumes moins épais, glabres sont plus ou moins couverts de poils irritants. Le chaume a des entre-nœuds moins épais et des nœuds moins accusés. Elle ressemble beaucoup à « l'herbe à éléphant » durant sa croissance. Toutefois, cette variété hybride pourrait atteindre une hauteur comprise entre 2 et 3 mètres d'après nos mesures (Manuel d'assistance de pâturage, 2012).

#### c) Feuilles

Les feuilles sont moins larges 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'il 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 (Manuel d'assistance de pâturage, 2012).

#### d) Fleurs

En général, ce qui est considéré comme fleur chez les graminées n'est rien autre qu'une inflorescence appelée épi. Dans le cas particulier de *Maralfalfa* (*Pennisetum Sp*), les inflorescences se présentent sous forme de panicule, très caractéristiques du genre *Pennisetum* (Scholz 1980).

#### e) Ecologique

Sur le plan agronomique, la plante présente les caractéristiques suivantes :

**Adaptabilité :** Le « *Maralfalfa* » se développe bien dans des sols limono-argileux et limono-sableux, quand le climat est relativement sec et le pH du sol autour de 4,5 à 5.

- **Rendement :** la production annuelle atteint entre 200 et 400 Tonnes/ha/an selon les conditions de culture et exploitation. A la troisième coupe (à 1750 m d'altitude), des récoltes de 285 tonnes de fourrage frais ont été obtenues par hectare en 75 jours, avec des plantes de 2,5 m de hauteur. Mais les coupes doivent être faites dès que les plantes ont atteint 1 m de hauteur.

Le *Maralfalfa* est une graminée avec une grande capacité à produire un fourrage de bonne qualité nutritionnelle. Elle peut produire chaque année, plus de 250 tonnes de fourrage vert soit plus de 50 tonnes de matière sèche et sa bonne qualité (le taux de protéines brutes peut dépasser en moyenne les 15-17% de la matière sèche et le kg de matière sèche atteint 0,72 UFL (Unité Fourragère Lait).

- **Semis** : Pour le semis des boutures, la distance recommandée est de 50 cm entre les lignes, avec 2 boutures parallèles placées à 3 cm de profondeur au sol.



*Photo 2: Système racinaire de Maralfalfa*

- **Coupes** : La première coupe doit être faite après que toutes les plantes aient épié afin d'avoir les boutures rigides pour permettre une transplantation. La coupe suivante est faite dès que 10% des plantes ont épié puis les autres coupes peuvent être faites tous les 45 à 50 jours.
- **Fertilisation** : Le « *Maralfalfa* » répond très bien à l'application de matières organiques et d'humidité dès qu'il n'y a pas de saturation excessive par manque de drainage. Par ailleurs il est recommandé d'appliquer un sac d'urée et un sac de Chlorure de Potassium par hectare. En 90 jours les plantes peuvent atteindre 4 mètres de hauteur si elles bénéficient de la fertilisation (matière organique et engrais) et de l'alimentation en eau adéquate.
- **Utilisation** : C'est une herbe « douce » très peu lignifiée. C'est un fourrage appétant et « sucré » qui peut remplacer l'utilisation de la mélasse. L'herbe de *Maralfalfa* peut être consommée sous forme de foin, en herbe verte ou sous forme d'ensilage par les animaux de ferme ou consommée comme herbe verte.

Il peut être distribué aux animaux sous la forme fraîche, ensilée ou séchée pendant 2 ou 3 jours avant d'être hachée. L'herbe est recommandée pour les bovins, les équins, caprins et ovins ; les distributions aux porcins et à la volaille se sont aussi révélés des succès.

- **La composition chimique moyenne du fourrage de *Maralfalfa***

Le fourrage de *Maralfalfa* est composé de divers éléments nutritives qui sont entre autres :

Tableau n ° I Composition chimique de fourrage de *Maralfalfa*

Humidité : 79,33%
Cendres : 13,50%
Fibres : 53,33%
Graisses : 2,10%
Carbohydrates solubles : 12,20%
Protéines brutes : 16,25%
Azote : 2,60%
Calcium : 0,80%
Magnésium : 0,29%
Phosphore : 0,33%
Potassium : 3,38%
Protéines digestibles : 7,43%
Total azote digestible : 63,53%

En résumé, on peut dire que le *Maralfalfa* présente les avantages suivants :

- (i) Haut niveau de protéines ;
- (ii) Haut niveau de carbohydrates (Sucres) ;
- (iii) Hauts rendements pour les fermiers sur des surfaces atteignant 70 ha ;
- (iv) Faible coût de gestion et de maintenance des plantations (Gérenca regional de adicultura ing segundo walter bravo diaz competitividad agraria, 2015).

➤ **Caractéristiques du sol**

Importé d'Amérique latine, le *Maralfalfa* est une plante fourragère, abondamment productive, très nourricière et bien prisée par les ruminants. Exubérant et généreuse, elle foisonne dans tous les terrains secs et humides et s'accommode aux différents types de climats, notamment Sahéliens et désertiques (Promotion de la culture fourragère comme alternative pour faire face au manque de pâturage lié à la sécheresse récurrente ,2020).

Le *Maralfalfa* s'adapte bien à des sols de fertilité moyenne à élevée. La meilleure production est obtenue sur des sols bien drainés ayant un taux de matière organique élevé (Gérenca regional de adicicultura ing segundo walter bravo diaz competitividad agraria,2015).

Il se développe aussi bien dans des sols limono-argileux et limono-sableux, quand le climat est relativement sec et le PH du sol autour de 4,5 à 5 (Gérenca regional de adicicultura ing segundo walter bravo diaz competitividad agraria,2015).

## **2 CHAPITRE II : MATERIEL ET METHODES**

### **2.1 Matériel**

#### **2.1.1 Zone d'étude**

L'étude s'était déroulée d'Octobre 2021 à Juin 2022 dans le site expérimental situé dans l'enceinte de l'IREC à Farcha dans le premier arrondissement de la capitale du Tchad. La parcelle utilisée pour l'essai dates de coupe mesure 60 mètres de longueur et 30 mètres de largeur. Le climat est de type sahélien avec deux saisons : une longue saison sèche (7-8 mois, d'Octobre à Juin, Novembre à Mai) et une courte saison pluvieuse (3-5 mois, de Juin à Mai et Septembre à Octobre).

Les températures observées à N'Djamena sont comprises entre 20°C et 45°C en saison sèche et entre 18°C et 30°C en saison des pluies. Les précipitations moyennes se situent entre 250 mm à 600 mm réparties en général de fin Avril à fin septembre (Météorologie) de N'djamena. La végétation naturelle de la zone se présente sous la forme de steppes arbustives basses de forme parfois rabougrie ou buissonnante lorsqu'il s'agit des jachères.

##### **2.1.1.1 Caractéristique du lieu d'implantation**

Les sols de la parcelle d'essai sont de texture sableuse ou sablo-argileuse. La parcelle utilisée pour l'essai de cultures fourragères irriguées est à proximité du fleuve Chari dont le sol a fait l'objet d'analyses en 2021 par l'Institut Tchadien de Recherches Agronomiques pour le Développement (ITRAD). Ce sol avait une teneur élevée en sable (45% - 55%), pH 6 à 6,5, taux de Matière Organique de 1,5 à 1,9 %.

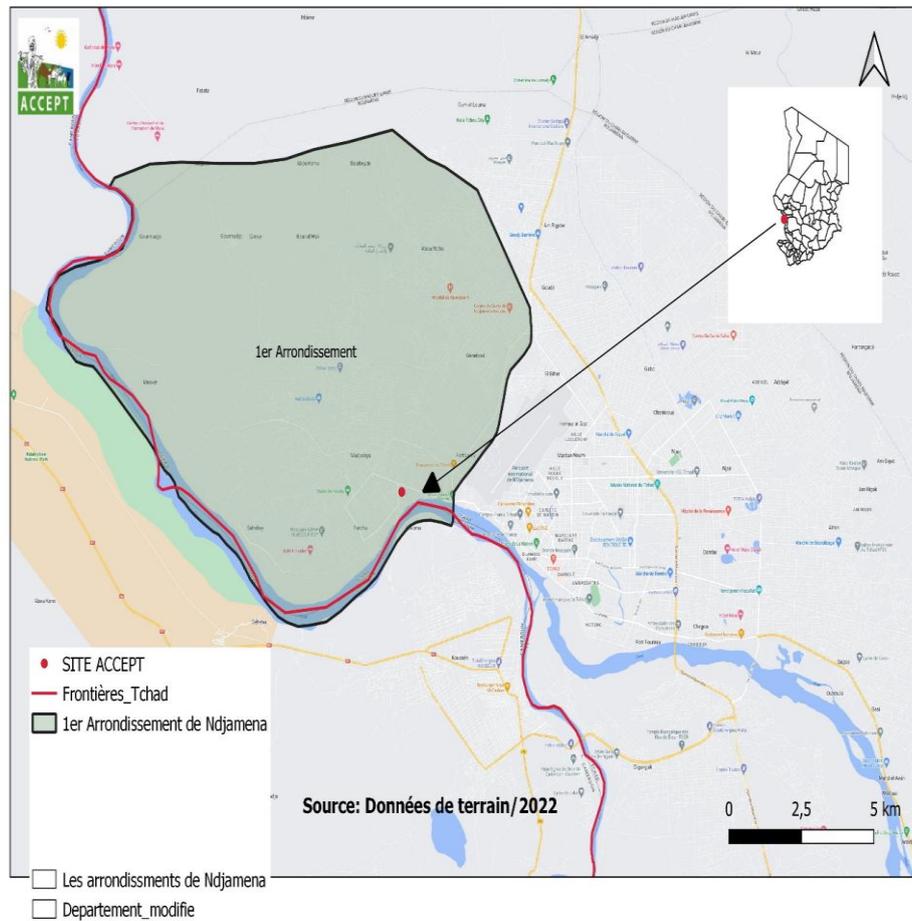


Figure 1: Carte du site d'étude

### 2.1.2 Matériel biologique

Le matériel végétal est constitué de boutures de *Maralfalfa* (fragment) composées de trois nœuds. Douze (12) boutures étaient plantées sur chaque billon de 6 mètres de long lors de mise en terre. Ainsi, chaque parcelle de 6m de long et 3m de large comportant 72 boutures comportant chacune trois nœuds. Lors de la plantation les boutures ont été placées tous les 50 cm le long des billons et enterrées de façon inclinée à ce que les deux nœuds soient enfouis et qu'un seul nœud soit apparent au-dessus du sol en haut des billons.



*Photo 3: Boutures de Maralfalfa avant le semis*

### **2.1.3 Matériel non biologique**

Les équipements suivants ont été utilisés :

Une balance électronique de marque *kitchen scale* et le trépied ont servi le pesage de fourrage vert pour la détermination de la biomasse en kilogramme le poids et celui de l'échantillon frais et sec en gramme avant l'étuvage et le poids sec après étuvage.



*Photo 4: Balance électronique kitchen scale*

- Un véhicule a été utilisé pour le transport de bouse de vache pour la fertilisation de parcelle et le ramassage de fourrage pré-fané pour le magasin de séchage ou stockage.



*Photo 5: Véhicule transportant les fourrages verts*

- Une étuve qui a permis le séchage de l'échantillons après prélèvement à la température de 55°C pendant 48heures pour réduire le taux de l'humidité de la matière fraîche avant le séchage pour le broyeur.



*Photo 6: Etuve à séchage d'échantillons*

Un broyeur est une machine qui permet de broyer les échantillons secs en un (1) milligramme avant de mettre dans le flacon pour l'étiquetage.



*Photo 7: Broyeur d'échantillon*

La poudre de l'échantillon broyé est mise dans un flacon bien fermé et étiqué avant son passage pour l'analyse au Spectromètre à Infrarouge (SPIR).

Un SPIR est un appareil de haute technologie permettant d'analyser directement les échantillons pour déterminer les valeurs prédictives de variables telles les taux de protéines brutes dans la matière sèche (MAT = matières azotées totales).

## **2.2 METHODES**

### **2.2.1 Le Dispositif expérimental en bloc aléatoire complet (bloc de Fisher)**

L'expérience a été faite sur la comparaison de cinq dates de coupe de « *Maralfalfa* ». Pour chaque traitement (Date de coupe) quatre parcelles ont été réparties au hasard, les 20 parcelles de l'essai, les temps entre chaque coupe étant différents et chaque traitement a été reparti une fois. Quatre blocs dont un bloc est composé de cinq sous-parcelles. Pour faire la répartition de traitement dans les sous-parcelles et blocs on a utilisé les tirages au sort (en utilisant un système de tirage au sort de 5 lettres ont permis la répartition de l'ordre du placement des divers cinq traitements dans les divers blocs de parcelles (exemple de tirage au sort pour 5 parcelles d'un bloc comme illustré ci-dessous).

Bloc I	D	C	A	B	E
--------	---	---	---	---	---

Bloc II	A	B	C	E	D
---------	---	---	---	---	---

Bloc III	D	B	C	E	A
----------	---	---	---	---	---

Bloc IV	C	B	A	E	D
---------	---	---	---	---	---

Pour l'essai « temps de coupe » dont les 5 traitements sont A : 30 j, B : 36 j, C : 45j, D : 60j, E :73j.

*Tableau I: Répartition de traitements dans les blocs*

<b>Bloc</b>	<b>(jours)</b>				
Bloc D1	60	45	30	36	73
Bloc D2	30	36	45	73	60
Bloc D3	60	36	45	73	30
Bloc D4	45	36	30	73	60

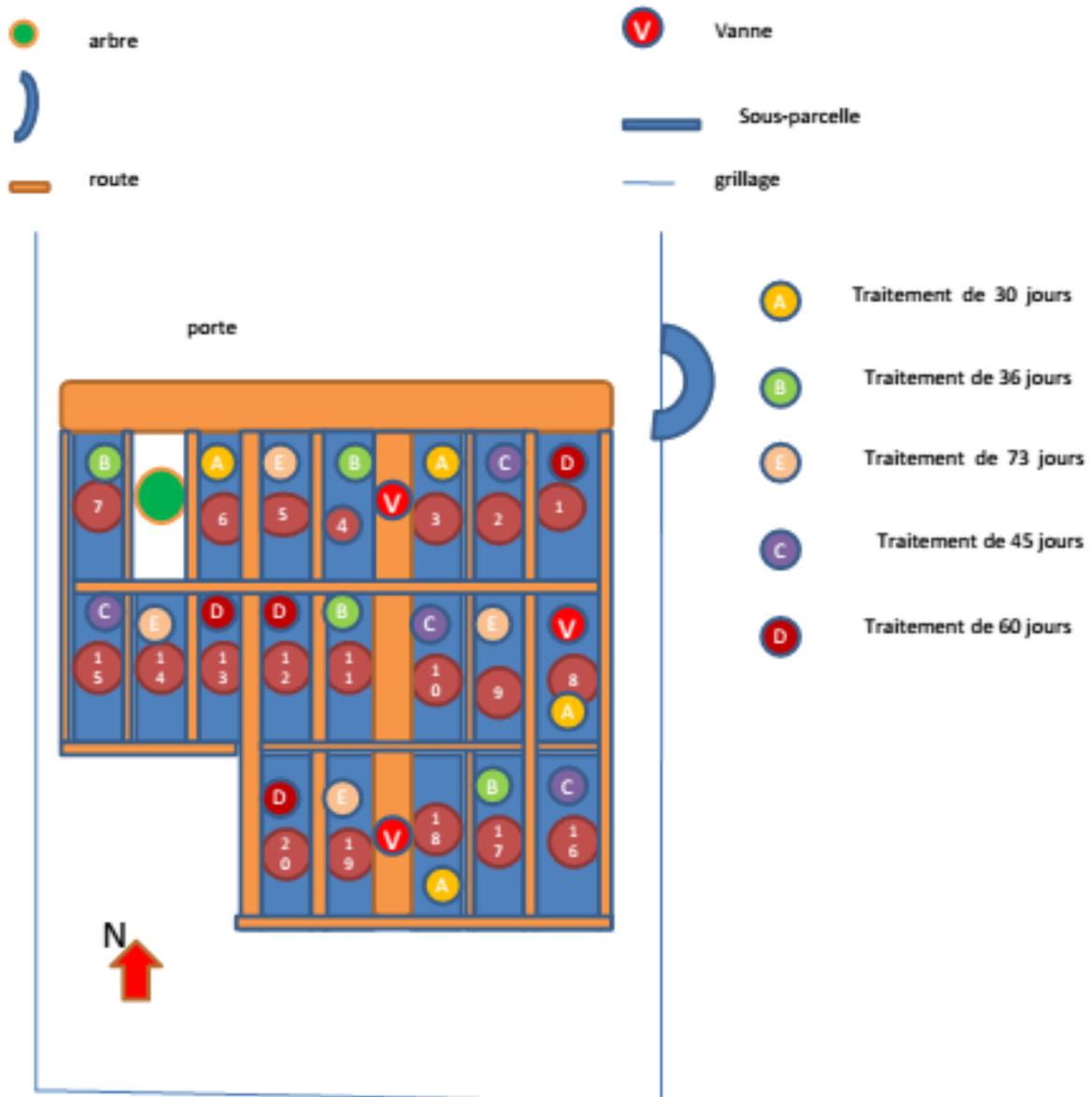


Figure 2: schéma parcelle d'essai date de coupe

### 2.2.1 Plantation des boutures

La plantation avait été faite avant l'essai dans vingt parcelles de 6 m x 3 m qui contenaient 6 billons de 6 m de long espacés de 0,5 m entre les poquets. Sur chaque billon avaient été plantées 12 boutures de *Maralfalfa* espacées de 0,50 m entre les poquets. De ce fait une parcelle compte 72 souches plantées.

### 2.2.2 Irrigation

Les apports d'eau ont été effectués une ou deux fois par semaine en fonction de la vitesse de croissance et de développement des plantes mais aussi en fonction du mois ou période de l'année. Les quantités d'eau d'irrigation à apporter ont été basées sur une estimation des besoins en effectués dans le cadre de l'essai « irrigation ». Les sillons et les billons endommagés par la précédente irrigation ont été reconstruits à chaque fois afin de permettre une répartition et circulation normale de l'eau.



Photo 8: Billons irrigués

## 2.3 Fertilisation

La fertilisation de l'essai, qui a été dimensionnée pour correspondre aux exportations de NPK a été pour un hectare et pour un an : 16 tonnes de bouses de vache séchées et 1,1 tonne d'urée. Elle s'est traduite, pour chaque parcelle de 18 m<sup>2</sup>, par une application au démarrage de la croissance des plantes, pour chaque coupe de : 14,4 kg de bouses séchées en poudre (18 Coro<sup>1</sup>), soit 2,4 kg (3 Coro) par sillon) et 0,9 kg d'urée par parcelle (soit 150 g/ sillon).

### 2.3.1 Exportations de minéraux NPK estimées

Les analyses des moyennes des taux de minéraux exportés (% de la matière sèche) par une culture de *Pennisetum purpureum*, en considérant un fourrage récolté avec 16 % de Protéines

Brutes (PB) pour chaque tonne de MS de fourrage récoltée, le sol perd les éléments minéraux suivants : 17,6 kg de N (azote), 2,3 kg de  $P_2O_5$  (phosphore), 9,5 kg de  $K_2O$  (potassium). Pour un rendement moyen de 40 tonnes de MS par hectare et par an les minéraux exportés seraient :  $17,6 \times 40 = 704$  kg de N (azote),  $2,3 \times 40 = 92$  kg de  $P_2O_5$  (phosphore) :  $9,5 \times 40 = 380$  kg de  $K_2O$  (potassium).

### 2.3.2 Fertilisation organique et minérale appliquée

En se basant sur les analyses des bouses de vaches séchées, effectuées par le CIRAD en 2021 et qui sont envisagées pour la fertilisation de nos essais, pour une tonne de bouses séchées le taux d'azote a été estimé à : 12 Kg de N, le taux de phosphore à 21,7 kg/t de  $P_2O_5$  et le taux de potassium à 6,4 kg/t de  $K_2O$ . En effectuant une fertilisation organique à 16 tonnes/ha/an on satisfait pratiquement les besoins en P et K (16 tonnes de bouses de vaches/ha apporterait 21,7 kg/t x 16 t = 347 kg de  $P_2O_5$  et 6,4 kg/t x 16 t = 102,4 kg de  $K_2O$ ), mais pour équilibrer les exportations d'azote il a fallu un apport complémentaire d'urée de  $704 - 192$  kg = 512 kg d'azote/ha/an qui peuvent être apportés par 1.113 kg d'urée (à 46 % de N).



*Photo 9: Application de fertilisant (urée) Photo 10 : Epannage de la bouse de bœufs*

### 2.3.3 Entretien

Les sous-parcelles ont été sarclées et arrangées à chaque fois qu'on constate la démolition des billons et sillons. Cette opération effectuée pendant la phase du début de croissance est très

négligeable par la suite en raison du développement rapide des plantes qui étouffent celui des adventices.

## **2.4 Collecte de données**

### **2.4.1 Paramètre de la croissance : Hauteur des plantes**

Elle a été mesurée chaque samedi à l'aide d'une règle graduée. La mesure a été réalisée sur les quatre plantes tirées au hasard, dans chaque bloc les parcelles qui ont des plantes marquées par un bandeau coloré blanc et rouge.



*Photo 11: Mesure de la hauteur*

### **2.4.2 La coupe**

Elle est effectuée à niveau de : 5 à 7 cm au-dessus du sol. Les tiges coupées sont rassemblées en gerbes puis pesées à l'aide d'un peson posé sur un trépied. Le poids est reporté dans un cahier prévu à cet effet. La coupe est effectuée sur l'ensemble des parcelles soumis au même traitement c'est-à-dire le même âge.

### **2.4.3 Les prélèvements des échantillons pour analyse**

Un échantillon d'un kilo de matières fraîches, mélange de feuilles et de tiges a été prélevée sur l'ensemble de la récolte d'une parcelle. L'échantillon ainsi prélevé est haché en morceaux de 5 à 10 cm puis conservé dans une enveloppe A4 numérotée. Les échantillons sont pesés à

nouveau au laboratoire avant la mise à l'étuve pour obtenir le poids frais. Ils sont ensuite expédiés au Laboratoire d'analyses bromatologiques du CIRAD pour la détermination du taux de MAT, de l'énergie (UFL) et de la digestibilité.

#### **2.4.4 Saisie et traitement de données**

Les données collectées ont été saisies dans Excel version 2007. Elles ont été importées dans le logiciel SPSS version 2007, où elles ont été soumises à la procédure de l'analyse de variance (Anova) à un facteur et au test t.

#### **2.4.5 Calcul des rendements**

Le rendement ( $\text{kg/m}^2$ ) a été estimé en divisant la production de fourrage (kg) par la surface de la parcelle ( $\text{m}^2$ ). Chaque traitement étant basé sur une production pendant une période différente, pour les comparer, on doit exprimer les rendements en fonction d'une période semblable ( $\text{g/m}^2/\text{jour}$ ).

### 3 CHAPITRE III : RESULTATS ET DISCUSSION

#### 3.1 Hauteur des plantes

Il est observé sur la Figure 3, une croissance régulière en fonction des trois phases de croissance des plantes : 1) de 0 à 30-40 jours croissance lente (plus horizontale que verticale), 2) 30-40 à 60-70 jours de croissance rapide (verticale et horizontale), 3) 60-70 jours à 100 120 jours de croissance ralentie (verticale par croissance surtout des tiges).

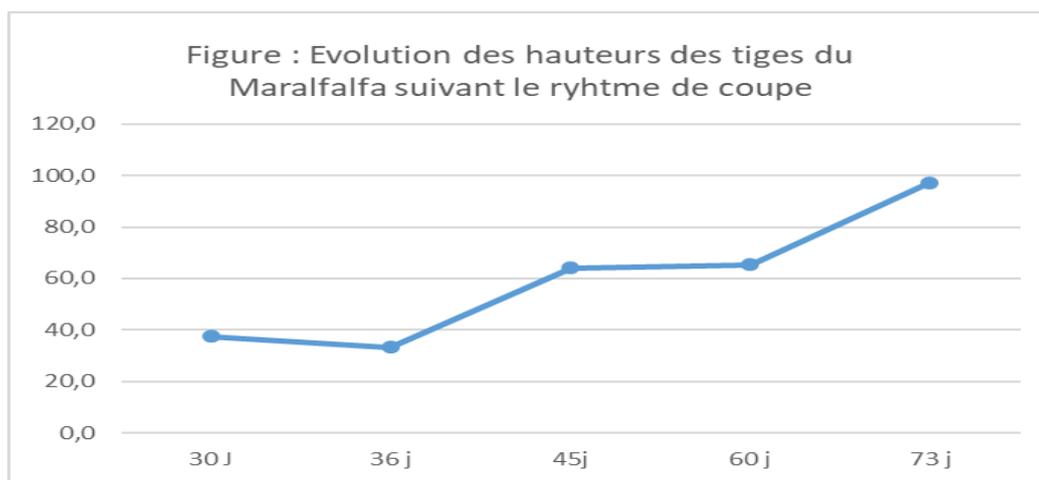


Figure 3: Courbe évolution

Cette évolution de la vitesse de croissance suggère si l'objectif est d'optimiser la production de biomasse, la hauteur étant un bon indicateur de la biomasse créée, une récolte avant la fin de période initiale de croissance (45 jours) serait à éviter et de même qu'une récolte trop tardive (après 60 jours) qui maintiendrait trop longtemps les plantes sans véritable augmentation de la biomasse pendant la troisième phase de croissance.

## 3.2 Production de biomasse

### 3.2.1 Matières sèches

Le Tableau 3 montre que les rendements en matières fraîches varient significativement avec le rythme de coupe ( $P < 0,001$ ). Un rendement inférieur a été enregistré 36. Celui à 73 jours a été le plus élevé. On s'attendait à ce que le rendement pour un rythme de 30 jours soit inférieurs à celui de 36 jours. Ce qui n'est pas le cas, c'est un phénomène de lignification que montre le traitement de 36 jours.

Tableau III : Evolution du rendement de matières fraîches (g/j/m<sup>2</sup>) suivant le rythme de coupe

Rythme (j)	Nb coupes/an	Rendement MF (g/m <sup>2</sup> /j)	Rendement MS (t/ha/an)
30	12	69,59 ± 23,012 <sup>a</sup>	50,10
36	10	61,48 ± 24,22 <sup>b</sup>	44,27
45	8	118,83 ± 53,55 <sup>c</sup>	85,56
60	6	121,11 ± 51,85 <sup>d</sup>	87,20
73	5	179,86 ± 51,71 <sup>e</sup>	131,30

<sup>a,b,c,d,e</sup> Les valeurs suivies de lettres distinctes sont significativement différentes à  $P < 0,001$

Les résultats des essais menés par une dizaine d'Universités Sud-américaines dans les années 2010-2020 (Références) et des mesures effectuées à l'IREC en 2021 dans l'essai comparaison de cinq cultures qui ont confirmé un taux de matières sèches de 20% pour des coupes entre 30 et 80 jours. Sur cette base, les rendements qui étaient en MF/g/m<sup>2</sup>/j sont exprimés en T de matières sèches/ha/an. On observe que les plus hauts en matières sèches ont été obtenues pour les dates tardives même si les nombre de coupe sont faibles. Cependant il est indispensable de tenir compte de la baisse de qualité avec le temps.

### 3.2.2 Qualité du fourrage

La teneur de la matière azotée totale (MAT), qui représente les valeurs positives de la qualité des fourrages décroît significativement et de façon régulière, c'est -à - dire que lorsque la plante grandie la teneur en énergie démunie progressivement.

Tableau IV : Variation de la teneur en MAT selon le rythme de coupe

Rythme (jour) de coupes	Teneur moyenne ± écart type	Effectif (N)
30	20,65 ± 2,12 <sup>a</sup>	3
36	21,76 ± 0,87 <sup>b</sup>	3
45	20,17 ± 1,58 <sup>c</sup>	3
60	17,61 ± 1,25 <sup>d</sup>	3
73	14,99 ± 1,48 <sup>e</sup>	2

a,b,c,d,e : Les valeurs suivies de lettres distinctes sont significativement différentes à  $P < 0,006$  suivant une même colonne.

De même, la valeur énergétique exprimée en Unité Fourragère Lait (UFL) décroît fortement et régulièrement pendant la même période (0,82 à 0,64 UFL/kg MS).

Tableau V : Variation de la valeur énergétique (UFL) selon le rythme de coupe

Rythme (jour)	Moyenne $\pm$ écart type	Effectif (N)
30	0,76 $\pm$ 0,08 <sup>a</sup>	3
36	0,80 $\pm$ 0,06 <sup>a</sup>	3
45	0,75 $\pm$ 0,06 <sup>a</sup>	3
60	0,77 $\pm$ 0,06 <sup>a</sup>	3
73	0,73 $\pm$ 0,02 <sup>a</sup>	2
Total	0,76 $\pm$ 0,06	14

<sup>a</sup> : Les valeurs suivies d'une même lettre ne sont pas significativement différentes à  $P > 0,05$  suivant une même colonne.

La digestibilité de la matière organique (SMO) décroît régulièrement pendant la période (74,1% à 58,2%)

Tableau VI : Variation du taux de digestibilité selon le rythme de coupe

Rythme (jour)	Moyenne $\pm$ écart type	Effectif N
30	62,66 $\pm$ 10,62 <sup>a</sup>	3
36	65,37 $\pm$ 7,93 <sup>a</sup>	3
45	61,11 $\pm$ 7,70 <sup>a</sup>	3
60	60,82 $\pm$ 8,64 <sup>a</sup>	3
73	58,57 $\pm$ 4,14 <sup>a</sup>	2
Total	61,93 $\pm$ 7,35	14

<sup>a</sup> : Les valeurs suivies d'une même lettre ne sont pas significativement différentes à  $P > 0,05$  suivant une même colonne.

### 3.3 Détermination de la date optimale de coupe

Au Sahel en général, les fourrages sont caractérisés par une faible teneur en protéines surtout en saison sèche. Nous osons croire que les pratiques des cultures fourragères par les éleveurs aideront à combler ce déficit en période de soudure. Au vu de la baisse rapide de la teneur en matières azotées totales des fourrages, l'âge maximum d'utilisation des fourrages de *Maralfalfa* ne devra pas dépasser 45-50 jours.

*Tableau VII : Variation du rendement et du taux de MAT selon le rythme de coupe*

Rythme (jour)	Rendement (g/j/m <sup>2</sup> )	MAT (%)
30	69,59	20,65
36	61,48	21,76
<b>45</b>	<b>118,83</b>	<b>20,17</b>
60	121,11	17,61
73	179,86	14,99

## **4 Discussions**

### **4.1 Dates de coupe**

L'essai a confirmé les dates de coupe suggérées par les fiches techniques sud-américaines et mondiales, la date idéale de 45 jours apparaît comme celle qui combine la meilleure production avec une bonne qualité de fourrage. L'essai par le suivi de la hauteur des plantes qui est un bon indicateur de la biomasse produite a confirmé les observations déjà faites sur la croissance des plantes.

### **4.2 Rendement moyen**

Dans les années 2010 à 2020 de nombreuses Universités et centres de recherche sud-américains (Mexique, Bolivie, Pérou, Colombie, Porto Rico, Équateur, Canaries, Venezuela,) ont étudié en détail la nouvelle plante fourragère hybride Colombienne, « *Maralfalfa* », dont la production se développait rapidement chez les éleveurs (Remy courcier,2021). La production de biomasse étant « permanente » et pouvant être récoltée toute l'année en conditions « tropicales », en 5 à 12 coupes successives, la meilleure façon de comparer les productions est en comparant des productions annuelles, mais généralement les observations lors des recherches ont été faites sur des périodes d'essai plus courtes et les rendements annuels sont parfois calculés pour permettre les comparaisons. Les rendements varient beaucoup selon les conditions de production (fertilité, couverture des besoins en eau,) et selon les conditions climatiques (ensoleillement, températures). Le rendement annuel de matières sèches obtenues (420 t/ha) dans cette étude est supérieur à ceux rapportés par Sterling (2010) en Bolivie (232 t/ha), Dias (2013) aux îles Canaries (230 t/ha) et comparable à ceux obtenus par Sanchez Cruz (2010) et Gurula (2020) au Mexique (214 t/ha). Des rendements supérieurs ont été obtenus par Gonzales (2020) en Colombie et Cardona (2007) en Colombie (702 t/ha). Il faut cependant signaler que les rendements sont souvent estimés sur la base d'un rendement journalier mesuré pour chaque traitement. Parce que ce sont des exploitations qui peuvent produire toute l'année, une extrapolation à une production annuelle est pertinente. Mais le mieux est de pouvoir comparer les productions au cours de l'année.

### **4.3 Valeur nutritive**

Le *Maralfalfa* est une graminée pérenne qui offre une possibilité de récoltes toute l'année en irriguée. L'étude n'a pas suffisamment duré pour faire apparaître d'éventuelles variations de la valeur nutritive au cours de l'année (Période, chaude, froide, pluvieuse...). Nos travaux ont montré une forte teneur en MAT (20,17%) que celui obtenu par Correa (2006) en Amérique

du sud ont montré la forte teneur en matières azotées totales du *Maralfalfa* (15% et 20%) ainsi que sa variation en fonction de la date de coupe. Un ensemble de résultats de MAT sont cependant bien plus faibles.

#### **4.4 Digestibilité**

Elle a été estimée à partir d'analyses SPIR mais le taux de digestibilité obtenu ne peut être utilisée pour estimer les quantités de protéines digestibles, ce qui exigerait des recherches spécifiques avec les animaux. La valeur économique de la quantité de protéines produites est un facteur déterminant surtout si, sur les marchés les sources de protéines sont chères. A partir de 60 jours, on observe que les tiges deviennent dures par une lignification des parois des cellules. Si les tiges ne sont pas broyées, les refus par les animaux vont accroître fortement. Cet élément qualitatif n'a pas été étudié.

#### **Conclusion**

Les résultats ont confirmé à la fois que le *Maralfalfa* est une plante fourragère à très haute productivité quand elle est cultivée dans de bonnes conditions de fertilité, d'irrigation et d'ensoleillement mais aussi à haute teneur en protéines mais que cette teneur en protéines diminue rapidement avec l'âge. Ce résultat suggère de faire de nombreuses récoltes de plantes jeunes. Cependant il faut tenir compte aussi du rendement en biomasse. Les deux objectifs rendement en biomasse et taux de protéines sont à combiner pour un meilleur résultat technico-économique des productions issues de ce fourrage. Les résultats de l'étude suggèrent des coupes tous les 45-50 jours, ce qui est conforme à ceux rapportés par une dizaine d'études.

#### **4.5 Perspectives :**

L'étude mérite d'être poursuivie sur les aspects suivants :

- Effet de la saison :

L'essai n'a duré que 4 mois au lieu de 12 mois pendant lesquels on est passé des climats très différents (températures, vents, ensoleillement). Pour évaluer valablement les dates de coupes recommandées, il aurait fallu réaliser cette étude sur une année complète.

- Déterminer la variation l'appétence des fourrages en fonction du rythme de coupe.

## Références bibliographiques

- Boudet G., 1975.** Manuel sur les pâturages tropicaux et les cultures fourragères. Ministère de la coopération, Manuel et précis d'élevage 4. Paris ;254 p.
- Cardona J., 2007.** Calidad nutricional del pasto Maralfalfa cosechada a dos edades de rebrote. Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Nacional de Colombia. Revista Cibernética Engormix y Foro Internacional, [www.engormix.com/ artículo](http://www.engormix.com/articulo),17 p.
- Correa J., 2006.** Calidad nutricional del pasto Maralfalfa (*Pennisetum sp.*) cosechado à dos edades de rebrote. *Livestock Research for Rural Développement*. 18(6), p. 326- 335. Recuperado de: <http://www.lrrd.org/lrrd18/6/corr18084.htm>
- 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. <https://doi.org/10.4060/ca9111fr>.
- Gérenca regional de adicicultura ing segundo walter bravo diaz competitividad agraria ,2015, 3 p.
- Gonzales I., 2020.** *Zootecnia Trop.*, 29(1) : 103-112. 2011. Producción y composición química de forrajes de dos especies de pasto Elefante (*Pennisetum sp.*) en el Noroccidente de Venezuela Ignacio González.10 p.
- Gurula A.G., 2020.** *Revista educateconciencia*. Volumen 28, No.29 ISSN: 2007-6347 Période: octobre – diciembre 2020 Tepic, Nayarit. México Pp. 268. Composición química y producción del pasto *Pennisetum sp.* (Maralfalfa) en la época de secas en diferentes cortes Chemical composition and production of *Pennisetum sp.* Grass (*Maralfalfa*) in the dry season at different cutting.11 p.
- 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.
- Institut Tchadienne de Recherche en Agronomie pour le Développement (ITRAD), 2021.**
- Janati, A., 1990.** Des cultures fourragères dans les oasis, option Méditerranéenne, Série A : Séminaires Méditerranéenne n°11 : Les systèmes agricoles oasisienne, Acte du colloque de Tozeur, (1911 Nov,1988), CIHAM,Paris , pp 163-169.
- Kebize K., 1993.** Contribution à l'étude de la faune des palmerais de trois regions du sud – ouest Algérien (Tmimoun, Adar et Beni abbes). Mémoire d'ingénieur, INFS/AS,144 p.

**Koussou M. O., 2022.** Evaluation du potentiel d'amélioration du disponible fourrager cultivé dans les six (06) pays du PRAPS (Burkina Faso, Mali, Mauritanie, Niger, Sénégal, Tchad).39 p.

**Manuel d'assistance de pâturage, 2012. 6 p.**

**Nianogo A., 2000.** Evaluation de la dotation en ressources productives des sites du projet INCO, rapport d'activité de recherche INERA, Ouagadougou, 20 p.

**Palacios -Diaz.M. P., 2013.** Effects of defoliation and nitrogen uptake on forage nutritive values of pennisetum sp. Journal of Animal. Plant Sci. 23(2) :2013 Page: 566-574 ISSN: 1018-7081. 9 p.

**Promotion de la culture fourragère comme alternative pour faire face au manque de pâturage lié à la sécheresse récurrente ,2020.**

**Renaud J., 2002.** Récolte des fourrages à travers les âges, p. 415.

**Sanchez Cruz, J.M., 2010.** Pasto Maralfalfa (peenisetum sp) una alternativa de forraje en el tropico Mexicano.54 p.

**Scholz O., 1980.** Structures feuilletées et cohomologie à valeur dans un faisceau de goupoides,Com Math Hev,32(1958),248-329 z b I 0085,17303 MR20 +6702

**Sterling R., L.C. E. Guerra-Guzmán, 2010.** Segunda fase de la evaluación comparativa de los pastos Maralfalfa, Elefante Verde y Morado en el municipio de Pitalito Huila (Colombia). Suplemento Memorias V Encuentro. Revista de Investigaciones UNAD. 9(2)533-540.

---

<sup>i</sup> Le Coro est une mesure locale de volume contenant 2,5 kg de céréales