

UNIVERSITÉ DE N'DJAMENA

-----

FAULTÉ DES SCIENCES EXACTES ET APPLIQUÉES

N° d'ordre.....

-----

DÉPARTEMENT DE BIOLOGIE

-----

LABORATOIRE DE BIOCHMIE, BIOLOGIE CELLULAIRE,  
MOLECULAIRE ET MICROBIOLOGIE (L2BC2M)

-----



## MEMOIRE

Présenté par :

**Dawé KEBANG**

Licencié en Sciences Biologiques

Pour obtenir

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

Parcours : Productions Animales

Spécialité : Production fourragère

Sur le thème :

**Effets de différents volumes d'eau d'irrigation sur la quantité et la qualité des fourrages récoltés de Maralfalfa en station expérimentale de l'IREC à N'Djamena (Tchad)**

**Soutenu publiquement le 28 Décembre 2022 devant le jury composé de :**

**Président** : M. MBAYNGONE ELISEE, Maître de Conférences, Université de N'Djamena.

**Rapporteur** : M. MIAN-LOUDANANG KOUSSOU, Maître de Recherches à l'IREC

**Examineur** : M. NGUINAMBAYE MBERDOUM MEMTI, Maître de Conférences, Université de N'Djamena.

**Sous la direction de :**

**MIAN-LOUDANANG KOUSSOU**

**Maître de Recherches à l'IREC**

**Année Académique 2020-2021**

## *Dédicaces*

*A Mon père Sokokreo KEBANG qui est toujours à mes côtés quand je suis dans le besoin en reconnaissance de sa main tendue. A ma chère épouse MAI-SERVICE Nadine et à mes fils Corneille Nisso, Trésor Belnoudou et Barack Taiwé pour leur courage et leur patience. Et à tous mes petits frères et sœurs ; qui sans vous je ne pouvais pas assimiler l'étude et ma famille.*

## Remerciements

Nous sommes très reconnaissant à Dieu pour son amour, pour sa miséricorde, qui nous a donné la santé, la vie pour venir à la fin de ce travail par sa Grâce. Amen !

Au terme de cette étude, il nous est agréable d'exprimer notre gratitude et nos vives reconnaissances à des personnes qui ont contribué de près ou de loin à sa réalisation.

Au personnel de l'université de N'Djamena, plus particulièrement au doyen de la Faculté des Sciences Exactes et Appliquées(FSEA) de Farcha **Pr NADJITONON NGARMAIN**, le Chef de Département de Biologie **Pr DJEKOTA CHRISTOPHE NGARMARI**, au responsable de Master des sciences biologiques et du Laboratoire de Botanique Systématique et Ecologie Végétale **Pr MBAINGONE Elysée** et tous les enseignants chercheurs de la Faculté des Sciences Exactes et Appliquées car ce travail est aussi votre réussite, la somme de votre qualité humaine, professionnelle, et scientifique ;

Au **Pr MBAINGONE Elysée**, Maître de Conférences à Université de N'Djamena, vous nous faites un honneur en acceptant de présider le jury de notre soutenance, nous sommes reconnaissants et recevez notre gratitude.

Au **Pr NGUINAMBAYE MBERDOUM MEMTI**, Maître de Conférences à Université de N'Djamena, membre du jury, merci d'avoir accepté l'examen de notre travail malgré vos occupations et recevez notre gratitude.

Au **Pr MIAN-LOUDANANG Koussou**, Maître de recherches à l'IRED, Coordonnateur du Projet ACCEPT et Enseignant à l'Université de N'Djaména, notre Directeur de mémoire, Cher Maître, votre qualité et votre rigueur dans le travail façonne vers l'excellence. Vous contribuez à l'expansion de la Biologie plus particulièrement la production animale et aujourd'hui dans l'agropastoralisme dans ce pays en pensant toujours à l'excellence. Vous nous avez encadré, conseillé, responsabilisé, encouragé et vous avez mis tout à notre disposition pour que ce travail aboutisse. Nous avons beaucoup appris à vos côtés, et nous avons surtout été fascinés par vos immenses qualités humaines, scientifiques, professionnelles et pédagogiques qui font le bonheur de tous ceux qui ont la chance de vous approcher. Nous gardons de vous, de très bons souvenirs, tout en espérant ne vous avoir pas déçu. Si nous cherchons de mots pour dire notre gratitude ce mot n'existera pas, mais nous ne disons que merci que Dieu comble au centuple ;

A l'IRED et le projet ACCEPT d'avoir nous accepter comme des stagiaires pour cette étude ; particulièrement au directeur général de l'IRED **Dr ADOUM GOUDJA**, le

Coordinateur de l'ACCEPT **Pr MIAN-LOUDANANG KOUSSOU** et tout le personnel, sans oublier les Chercheurs **Ing. HASSAN AHMAT DJEFIL** Chef de composant 2 du Projet ACCEPT, **Ing. MOCTAR BEN YAYA**, **Ing. DJOMTCHAIGUE BAMARE Herbert** et **Haiwang Djaklessam** ou beaucoup des échanges de connaissance ont fait l'objet de nos différentes rencontres lors de notre stage.

Mes vifs remerciements à **Mr. Remy COURCIER** Assistant Technique du Projet PASTOR et consultant dans le Projet ACCEPT pour son appui technique, ses orientations, son temps qui ont été au cœur de ce memoire.

A la grande famille **Taitoin** et **SEKOH** plus particulièrement à mon oncle maternel **Nendobé Antoine** qui n'a pas manqué de me soutenir durant tout le long mon parcours, à la famille de mes oncles paternels Gamamon **SEKOCREO** et **SEKOH Wangkreo Joseph**, **Nenbé Justin** et mes tantes qui n'ont ménagé aucun effort pour la réussite de ce mémoire par leurs divers soutiens.

A **Mr DAGEU Abraham** pour son soutien et ses conseils d'ordre methodique, recoit toute ma gratitude.

Sans oublier les ami(e)s ; **Dr. DJIMASDE Armand**, **Mr Bayangbe DILOUA**, **Salomon Moidonki** et les camarades de la première promotion de la science Biologique appliquée option Productions Animales, plus particulièrement : **Mr. Djerme TALKISSAM**, **Mr. Zakaria AHMAT** et **Mr. DJEKORBOUAHOM Honoré** avec lesquels nous avons partagé ensemble joie et peine pour cette recherche.

## Résumé

Cette étude, effectuée de Novembre 2021 à Mai 2022, à la station expérimentale de l'IRED à Farcha/N'Djamena, a mesuré les effets de l'application de cinq différents volumes d'eau d'irrigation sur la quantité et la qualité des fourrages de *Maralfalfa*, récoltés trois fois de suite après 45 jours de croissance. L'Objectif de l'étude est de contribuer à l'amélioration des connaissances pour proposer des techniques de culture et d'exploitation appropriées pour appuyer l'éventuel développement au Tchad de la production de cette culture fourragère irriguée de haute productivité le *Maralfalfa*, introduite et testée au Tchad par l'IRED depuis 2020. Les cinq doses d'irrigation comparées (50%, 75%, 100%, 125% et 150%) ont été calculées en fonction des besoins en eau estimés des plantes. Pour l'estimation des besoins en eau des plantes (en mm/jour) on multiplie trois facteurs ; l'évapotranspiration (ETP) en mm/jour, le coefficient de développement des plantes (KC) et le coefficient d'efficience du système d'irrigation (COEFF) ; bénéficiant d'un système d'irrigation semi- californien dont vingt (20) parcelles (chacune de 18 m<sup>2</sup>) réparties en quatre groupes d'une manière aléatoire. A chacune des trois récoltes successives, les principaux résultats ont été **????** : La biomasse produite augmente en fonction des quantités d'eau d'irrigation consommée par les plantes, mais cette production augmente moins quand on dépasse les besoins des plantes. Les quantités d'eau nécessaires pour la production de ce fourrage sont très inférieures à celles exigées par d'autres plantes comparables (luzerne, maïs et riz...) **citer la source** ; La qualité nutritionnelle des fourrages semble varier assez peu avec les quantités d'irrigation. Les plantes ayant reçu le moins d'eau s'étant peu développées sont apparues comme des plantes jeunes avec une bonne qualité nutritionnelle mais des rendements peu satisfaisants. L'expérimentation a aussi permis d'étudier des éléments suivants : la répartition des racines de *Maralfalfa* dans le premier mètre et de mesurer l'évolution des tensions (forces nécessaires pour avoir accès à l'eau). En somme les effets de différents volumes d'eaux agit sur la production de la Biomasse, sur les hauteurs des plantes et sur sa qualité.

**Mots-clés : *Maralfalfa*, volume d'eau, quantité, qualité, IRED.**

## **Abstract**

This study, carried out from November 2021 to May 2022, at the IRED experimental station in Farcha/N'Djamena, measured the effects of the application of five different volumes of irrigation water on the quantity and quality of *Maralfalfa* fodder, harvested three times in a row after 45 days of growth. The objective of the study is to improve knowledge to propose appropriate cultivation and exploitation techniques to support the possible development in Chad of the production of this high-productivity irrigated fodder crop *Maralfalfa*, introduced and tested in Chad by IRED since 2020. The five irrigation rates compared (50%, 75%, 100%, 125% and 150%) were calculated based on the plants' estimated water requirements. For the estimation of plant water requirements (in mm/day) three factors are multiplied; evapotranspiration (FTE) in mm/day, plant development coefficient (KC) and irrigation system efficiency coefficient (COEFF); Water meters were placed on the irrigation water supply network to accurately measure the quantities of water applied to each plot that were recorded for analysis. The five treatments, each repeated four times, were randomly divided into twenty plots each of 18m<sup>2</sup>. At each of the three successive harvests the height of the plants was measured, the cut biomass was weighed, biomass samples were collected for an NIRS analysis of the nutritional quality of the forages. The main results were: 1) the biomass produced increases with the quantities of irrigation water but increases less when the needs of the plants are exceeded. 2) the quantities of water required for the production of this fodder are much lower than those required by other comparable plants (alfalfa, maize and rice, etc.); 3) the nutritional quality of fodder seems to vary little with irrigation quantities. The plants that received the least water and developed little appeared as young plants with good nutritional quality but unsatisfactory yields. The study also made it possible to study elements that are presented in the appendix: the distribution of *Maralfalfa* roots in the first meter and to measure the evolution of tensions (forces necessary to have access to water)...

**Keywords:** *Maralfalfa*, water volume, quantity, quality, IRED.

Dedicaces .....	i
Remerciements .....	ii
Abstract.....	v
Sommaire .....	Erreur ! Signet non défini.
Abréviations.....	vii
Liste des figures .....	ix
Liste des photos .....	x
Liste des tableaux .....	xi
Introduction .....	1
<b><i>PREMIERE PARTIE : SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE ...</i></b>	<b><i>Erreur ! Signet non défini.</i></b>
<b>I:GENERALITES .....</b>	<b>4</b>
<b>I.1. Les Cultures Fourragères .....</b>	<b>4</b>
<b>1.1. Fourrage: .....</b>	<b>4</b>
<b>1.2. Diversité des plantes fourragères .....</b>	<b>4</b>
<b>1.3. Cultures fourragères irriguées au Tchad .....</b>	<b>5</b>
<b><i>DEUXIEME PARTIE : ÉTUDE EXPERIMENTALE .....</i></b>	<b><i>Erreur ! Signet non défini.</i></b>
<b>II :MATERIEL ET MÉTHODES .....</b>	<b>12</b>
<b>2.1. Matériel.....</b>	<b>12</b>
<b>2.2. Méthodes.....</b>	<b>15</b>
<b>III : RESULTATS ET DISCUSSION .....</b>	<b>28</b>
<b>3.1. Résultats.....</b>	<b>28</b>
<b>3.2 Discussion .....</b>	<b>31</b>
<b>Conclusion.....</b>	<b>33</b>
<b>Annexes .....</b>	<b>xii</b>

## **Abréviations**

**ACCEPT** : Adapter l'accès aux ressources agropastorales dans un contexte de mobilité et de Changement Climatique pour l'Elevage au Tchad ;

**APG** : Angiosperme Phylogeny Group ;

**CE** : Conductivité Electrique ;

**CILSS** : Comité permanent Inter-États de Lutte contre la Sécheresse dans le Sahel ;

**Cm** : Centimetre ;

**CST** : Compagnie Sucriere du Tchad ;

**CVU** : Clinique Veterinaire Urbaine ;

**°c** : Degré celsius ;

**EPST** : Etablissement Publique a caractere Scientifique et Technologique;

**ETP** : Evapotranspiration Potentiel ;

**FAO** : Fond Mondial pour Agriculture ;

**FCFA** : Franc de la Caumminauté Financiere Africaine ;

**FSEA** : Faculté des Sciences Exactes et Appliquées ;

**G** : Gramme ;

**Hab.** : Habitant ;

**Ha** : Hectare ;

**INSEED**: Institut National de la Statistique, des Etudes Economiques et Démographiques ;

**IRED** : Institut de Recherche en Elevage pour le Développement ;

**ITRAD** : Institut Tchadien de Recherches Agronomiques pour le Développement

**J** : Jour ;

**KC** : coefficient KC ;

**Kg** : kilogramme ;

**Km**: Kilometer;

**Km<sup>2</sup>**: Kilometer carré;

**km<sup>3</sup>**: Kilometre cube;

**LRVZ** : Laboratoire de Recherche Veterinaire et Zootechnique ;

**MAN** : Minister de l'Agriculture de Niger ;

**MAT** :Matiere Azoté Totale ;

**m**: Metere

**mm** : Milimetre ;

**MEPA** : Minister Elevage et de la Production Animales ;

**MF** : Matiere Fraiche

**MS** : Matiere Seche ;

**MOY** : Moyen ;

**ONG** : Organisation Non Gouvernementale ;

**PASTOR** : Programme d'Appui Structurant de Développement Pastoral ;

**PDIA** : Protéines Digestibles dans l'Intestin (alimentaires),

**PDIE** : Protéines digestibles dans l'intestin (limite = énergie)

**PDIN** : Protéines digestibles dans l'intestin (limite = azote),

**PH** : Potentiel d'hydrogene ;

**PIB** : Produit Intérieur Brute ;

**PRAPS** : Projet Régional d'Appuis au Pastoralisme au Sahel ;

**RGPH2** : Deuxieme Recensement Generale de la Population et de l'Habitat ;

**SAR** : Coefficient d'Absorption du Sodium ;

**SCB** : Système Chimique Biologique ;

**SPIR** : SPectrometre à InfraRouge

**T** : Tonne ;

**UFL** : Valeur énergétique Unités Fourragères (Lait),

**UNDJ** : Université de N'Djamena

**UFV** : Valeur énergétique Unités Fourragères (Viande),

## Liste des figures

Figure 1 : carte du site de l'étude.....	15
Figure 2 : Schema de la dispositif experimental.....	17
Figure 3 : production de la biomasse fraiche (kg).....	27
Figure 4 : Hauteurs des plantes ( cm).....	29

## Liste des photos

Photo 1 : Bouture en croissance.....	9
Photo 2 : Boutures à premières thalles et aux touffes de la parcelle.....	13
Photo 3 : Bouse sec solide et en poudre.....	14
Photo 4 : Mesure de la hauteur des plantes.....	21
Photo 5 : Pesée des gerbes.....	22
Photo 6 : Echantillon de 1 kg du fourrage récolté.....	23
Photo 7 : Mise de l'échantillon à l'étuve.....	23
Photo 8 : passage de l'échantillon au moulin.....	25

## Liste des tableaux

Tableau I : ETP moyennes à N'Djamena.....	22
Tableau II: Coefficient KC pour 45 jours .....	22
Tableau III : Rendement de la biomasse selon le traitement.....	26
: Nombre des souches vivantes par parcelle selon la quantité d'eau apportée.....	30
Tableau IV: Répartition de différents volumes d'eau d'irrigation distribués pour chaque période de production (nombre de litres / parcelle de 18 m <sup>2</sup> ) .....	30
Tableau V: nombre des souches vivantes par parcelle selon la quantité d'eau apportée.....	28
Tableau VI : Densité racinaire sur une surface 1m <sup>2</sup> .....	29
Tableau VII: Analyse de la 1ère, 2 e et 3 e coupe.....	30

## Introduction

Le Tchad est un pays à vocation agro-pastorale. L'élevage occupe à cet effet une place importante et joue un rôle de premier plan (Garhodoube, 2006). La production animale est effectuée au Tchad par plusieurs types d'éleveurs bien différents (pasteurs, agro-pasteurs, agri-éleveurs, fermes) (PASTOR, 2018). Tous les éleveurs profitent, au moins en partie, des fourrages naturels de qualité qui sont disponibles gratuitement sur de grandes surfaces pendant les quatre mois de la saison des pluies (Juillet à Octobre). Lors des deux saisons sèches de quatre mois : saison sèche froide (Novembre à Février) et saison sèche chaude (Mars à Juin) tous les différents types d'éleveurs doivent rechercher une alternative pour nourrir leurs animaux (Bénard et *al.*, Hiernaux et *al.*, 2021). Actuellement au Tchad, les cultures uniquement fourragères qui peuvent constituer une alternative sont quasi inexistantes. Les producteurs cherchent en priorité à produire des céréales (mil, sorgho, berbére, riz,) et des légumineuses (arachides, niébé, haricots...) en laissant les résidus pour l'alimentation des animaux. Dans ces conditions en concurrence avec des fourrages naturels et des restes de culture quasi « gratuits » la plupart des tentatives de développement des cultures fourragères chez les « agri-éleveurs » ont été des échecs (Nianogo, 2000). Mais pour ces productions de fourrages en irrigué au Sahel, les conditions climatiques (ensoleillement et chaleur toute l'année, ressources en eau souvent abondantes, disponibilités en fumier...) permettent les meilleures productivités au monde du fait du rendement énergétique des plantes en C4 comme la canne à sucre ou l'herbe éléphant... (Gosse, 1986).

En Afrique subsaharienne, la consommation des produits de l'élevage augmente plus vite que la production. L'apport en protéines animales de 10g/hab./j dans cette partie de l'Afrique, elle reste deux fois inférieure aux normes nutritionnelles internationales de 20g [source ??](#). L'accroissement démographique, l'urbanisation croissante (modifiant les habitudes alimentaires au profit de la viande, des œufs et des produits laitiers) et l'élévation du niveau de vie accroissent l'écart entre la production et la demande. Le déficit en tonnes équivalent en carcasse de 250 000 en 1994 sera de 3 860 000 en 2020 pour une consommation qui évoluerait de 7,35 millions en 1994 à 18,86 millions de tonnes en 2020. Les villes consommeront à elles seules 12,47 millions de tonnes à l'horizon 2020. D'où des inquiétudes sur le problème de l'approvisionnement des villes en protéines animales résultant de la croissance démographique et l'urbanisation en Afrique (Mopaté, 2008).

Après plusieurs tentatives d'introduction et de diffusion d'espèces fourragères irriguées (LRVZ, 1976), actuellement au Tchad seules quelques « fermes » et quelques « agro-pasteurs » notamment dans le Sud du pays, produisent des cultures fourragères, généralement seulement en conditions « irriguées » et surtout pour la production laitière.

L'IRED dans le cadre du projet ACCEPT mène depuis Juillet 2020 des essais comportementaux d'une graminée pérenne : le *Maralfalfa*.

Les premières observations effectuées en 2021 des essais en station et ont suggéré la nécessité de mettre en place des essais en station afin de préciser sur les conditions de production de fourrages de *Maralfalfa* avant toute action de mise à l'échelle.

## **Objectifs**

### **L'Objectif général :**

Contribuer à l'amélioration de l'état des connaissances des techniques de culture et d'exploitation appropriées du *Maralfalfa* notamment la quantité d'eau optimale pour produire en qualité et en quantité des fourrages de *Maralfalfa*.

### **L'Objectif spécifique :**

- Comparer la quantité des fourrages produits, en fonction des quantités d'eau apportées en irrigation ;
- Comparer la qualité des fourrages produits, en fonction de quantité d'eau irrigation apportées ;
- Suivre le développement des plantes.

## **PREMIERE PARTIE : SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE**

## **I- GENERALITES**

### **I.1. Les Cultures Fourragères**

Dans cette partie nous parlons de fourrage, de la diversité des plantes fourragères, des plantes fourragères irriguées au Tchad, de la particularité du *Maralfalfa*, de l'importance de l'irrigation et quelques techniques d'irrigations.

#### **I.1.1. Fourrage:**

Un fourrage est, dans le domaine de l'agriculture, une plante ou un mélange de plantes utilisé pour l'alimentation des animaux d'élevage.

Lorsque l'on utilise ce terme en élevage ou en zootechnie cela signifie généralement fourrages grossiers (par opposition à aliments concentrés comme les grains). Ces fourrages sont d'une grande diversité dans leur nature botanique, leurs caractéristiques morphologiques et physico-chimiques qui déterminent leur valeur nutritive et leur appétibilité.

Il s'agit en premier lieu des parties herbacées des plantes (feuilles, tiges), mais aussi de racines, de parties de plantes ou de plantes entières que l'on utilise soit à l'état frais, soit conservées fraîches ou plus ou moins séchées. Il s'agit également de l'appareil végétatif aérien d'arbustes. Certaines parties de plantes sont utilisées comme fourrages après transformation comme la pulpe de la betterave à sucre ou les tourteaux des différentes espèces oléifères...

Les fourrages sont utilisés pour nourrir les bovins, caprins, ovins, équins, mais également pour les porcins, camélidés, canards, oies, lapins, etc. Le phytoplancton-fourrage ou d'algues-fourrage pour les copépodes planctoniques, les bivalves, les poissons phytophages voire pour les ruminants ( Quiniou et Arzul, 2014 ).

#### **I.1.2. Diversité des plantes fourragères**

Les espèces fourragères cultivées, très nombreuses ont été repérées dans les milieux naturels par ce qu'elles étaient bien consommées par le bétail, puis elles ont été sélectionnées génétiquement sur différents caractères. Elles appartiennent principalement à deux familles botaniques : les graminées ou *Poaceae* (herbacées) et les légumineuses (herbacées et ligneuses). Dans la nature les graminées sont moins diversifiées que les légumineuses ; on trouve 10000 espèces des graminées et 17000 espèces légumineuses. Les graminées recouvrent beaucoup des surfaces plus importantes que les légumineuses, ont des productions et biomasses plus élevées et sont plus largement cultivées, notamment pour établir des prairies. Certains genres intéressants appartiennent à d'autres familles et conviennent à des milieux particuliers ; c'est le cas du Cactus (famille de *Cactaceae*) pour les régions sèches des

Atriplex (famille des *Chenopodiaceae*) Salinisées, des Artemisia (famille de *Asteraceae*), arbrisseaux adaptés aux steppes arides et de certains arbres et arbustes de divers autres familles (*Meliaceae*, *Rhamnaceae*, *Capparidaceae* etc).

La sélection génétique a porté sur leur adaptation à différents milieux (température, alimentation en eau, sol), leur résistance aux maladies ou à des ravageurs, leur capacité de production assurant la biomasse élevées (herbe a éléphant) leur productivité et leur production des semences. Elle a également considéré la valeur alimentaire, notamment des graminées, et aussi dans une moindre mesure, des légumineuses (Luzerne). Les espèces ont été croisées naturellement ou artificiellement (hybrides), puis cultivées avec plus ou moins d'intrants (engrais, traitement phytosanitaires) ; actuellement certaines espèces sont améliorées par des nouvelles techniques génétique.

Les caractères physiologiques, comme la résistance à la sécheresse ou au gel, et les caractères morphologiques comme le port des plantes herbacées (Cespiteux, dressé, gazonnant), la proportion entre la feuille et tige, sont aussi des critères des sélections et de choix. Par exemple, la nature et l'importance des tissus des soutiens sont différentes selon la forme de la plante, ce qui répercute sur sa valeur alimentaire. Cette diversité d'architecture végétale se retrouve également chez les arbres fourragers dont les rameaux, les feuilles, les fleurs et les fruits ont une accessibilité, une préhensibilité et une appétence variable selon les espèces animales. La durée du cycle végétatif et la pérennité sont des critères majeurs pour classer les plantes fourragères. On tient compte aussi des modes de reproduction par voie sexuée, végétative ou apomictique, car ces critères déterminent les conditions et les coûts d'installation, puis la stabilité génétique à long terme. Les espèces annuelles s'intègrent facilement dans des assolements agricoles classiques. En revanche, les espèces pérennes demandent d'autres modalités d'organisation. La longévité de ces cultures dépend aussi beaucoup de la bonne adaptation aux conditions de milieu et des modalités d'exploitation et d'entretien (Kein et al, 2014).

### **I.1.3. Cultures fourragères irriguées au Tchad**

La situation des cultures fourragères irriguées au Tchad n'a pas encore fait l'objet de recherche (état de lieux enquêtes, inventaires). Cependant, on a eu connaissance de nombreux essais privés faits récemment surtout par des fermiers, mais aussi par des agro-pasteurs qui ont des parcelles irriguées. Il s'agit surtout de la Luzerne, Sorgho fourrager, *Pennisetum purpureus* et le *Panicum maximum*....

Par ailleurs plusieurs projets au Tchad ont expérimenté des cultures fourragères irriguées :

- Essai IRED de rentabilité d'embouche à partir de la production de *Pennisetum purpureum* dans les polders du lac Tchad à la fin des années 70 ;
- Essai de production de semences de *Panicum maximum* Jack T58 à la ferme de l'IRED ;
- Essai de comparaison de cinq cultures fourragères irriguées (Sorgho fourrager, Maralfalfa, *Pennisetum purpureum* et le *Brachiaria ruziziensis* et le *Panicum maximum*) par le projet ACCEPT en 2020 (Koussou, 2022).

Des résidus d'autres cultures irriguées tel que le riz, la canne à sucre, contribuent significativement à l'alimentation du bétail dans certaines régions.

Les zones susceptibles de développer des cultures fourragères irriguées sont celles où l'eau souterraine est de qualité et à faible profondeur. Ces zones au Tchad occupent tout l'Ouest du pays et le Sud du pays. Mais c'est aux abords des rivières et dans les polders du Tchad. La disponibilité et accessibilité/coût d'investissement des nouveaux systèmes d'irrigation (pompes électriques immergées, panneaux solaires, clôture grillagée, forage manuel) rendent maintenant possible le développement de la petite irrigation privée et donc des cultures fourragères si elles s'avèrent suffisamment rentables.

## **I.1.4. Cas du *Maralfalfa***

### **I.1.4.1. Classification systématique du *Maralfalfa***

Classification APG III (2009)

Règne : *Plantae*  
Clade : *Angiospermes*  
Clade : *Monocotylédones*  
Clade : *Commelinidées*  
Ordre : *Poales*  
Famille : *Poaceae*  
Sous-famille : *Panicoideae*  
Super-tribu : *Panicodae*  
Tribu : *Paniceae*  
Sous-tribu : *Cenchrinae*  
Genre : *Pennisetum*  
Espèce : *Maralfalfa*

Source : enquête de terrain, 2022 (Schumach. Morrone, 2010)

### **I.1.4.2. Origine et distribution du *Maralfalfa***

C'est un fourrage amélioré originaire de la Colombie qui aurait été sélectionné par José Bernal Restrepo (Père Jésuite), Biologiste, qui pour ce faire a utilisé une technique qu'il appelait « Système Chimique Biologique » - SCB, ensuite dénommé « HeteroIngerto Bernal » (HIB) qui n'a été daté clairement, présenté et n'a pas pu être répété.

En Octobre 1965, en utilisant son système SCB il aurait croisé « l'herbe-éléphant » (Napier, *Pennisetum purpureum*), originaire d'Afrique, avec une herbe colombienne dite « Grama » (*Paspalum macrophyllum*) en obtenant l'herbe le « GRAMAFANTE ».

En Juin 1969, utilisant le même système SCB il aurait croisé le « GRAMAFANTE » avec une herbe de la plaine Colombienne appelée « Guaratara » (*Axonopus purpussí*) obtenant une nouvelle herbe qu'il a appelée "MARAVILLA" ou "GRAMATARA".

A partir de ces croisements successifs, il a finalement croisé le fourrage « Maravilla » ou « Gramatara » avec la luzerne péruvienne (*Medicago Sativa* Linn), puis avec le fourrage brésilien (*Phalaris azudinacea* Linn) obtenant finalement le "MARALFALFA" (qui serait une combinaison de maravilha = merveille et alfalfa= luzerne).

#### **I.1.4.3. Caractéristiques, Adaptabilité et Rendement :**

- Une vitesse de croissance double de celle des fourrages communs en Colombie.
- C'est une herbe « douce » très peu ligneuse et sans silice;
- C'est un fourrage appétant et « sucré » qui peut remplacer l'utilisation de la mélasse
- Une haute teneur en protéines (peut-être du fait du croisement avec une luzerne)

Le « Maralfalfa » se développe bien dans des sols profonds et drainants (limono-argileux et limono-sableux,) en évitant les risques d'inondations prolongées et l'ombrage.

La production annuelle peut atteindre entre 200 et 500 Tonnes de matières fraîches/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.

Conditions agro climatiques : Peut être produite du niveau de la mer à 3000 m d'altitude. 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.

#### **I.1.4.4. Semis et technique des plantations :**

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. Quantité de boutures placées par ha : 3 000 Kilos de boutures par hectare. En 90 jours les plantes peuvent atteindre 3 à 4 mètres de hauteur si elles bénéficient d'une fertilisation (matière organique et engrais) et d'une alimentation en eau adéquate.



Photo 1: Bouture en croissance

#### **I.1.4.5. Gestion et exploitation**

La première coupe doit être faite après que toutes les plantes auront épié. Les coupes suivantes sont faites dès que 10% des plantes ont épié puis les coupes peuvent être faites tous les 40 - 50 jours. 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.

On peut distribuer aux animaux les plantes fraîches, ou ensilées ou séchées 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.

#### **I.1.4.6. Contenu nutritionnel et avantages :**

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

Le Maralfalfa a des avantages suivants :

- L'herbe à un haut niveau de protéines ;
- Haut niveau de carbohydrates (Sucres) ;
- Son rendement serait 25% supérieur à celui des plantations de fourrages comparables : de « King Grass », « Taiwán Morado », « Herbe Éléphant, etc... ;
- Une ferme peut maintenir les hauts rendements sur des surfaces atteignant 70 ha ;
- Faible coût de gestion et de maintenance des plantations (ACCEPT, 2021).

En fin il est important de rappeler l'importance et quelques techniques d'irrigations :

Jusqu'à présent l'irrigation reste le seul moyen d'augmenter les rendements et de les régulariser dans bien des régions du monde. En effet, selon les espèces et variétés cultivées, selon les terres, et selon les techniques utilisées, l'irrigation peut permettre d'obtenir de deux à cinq fois plus de production (et même dix en zone aride) (Plauchu, 2004).

L'irrigation n'est pas uniquement un apport d'eau sur une terre cultivée en vue de compenser l'insuffisance des précipitations et de permettre le plein développement des cultures. Elle est considérée plutôt comme un ensemble d'actions de développement intégré des milieux agricole et rural qui doit se traduire non seulement par l'augmentation de la production et l'amélioration du niveau de vie de l'agriculteur, mais doit se traduire également par la préservation du milieu, notamment des terres agricoles, et par une économie de l'eau d'irrigation qui elle-même se traduit par une économie dans l'utilisation de l'énergie, (Aouata, 2015).

Les systèmes d'irrigation peuvent être classés en deux grandes catégories:

L'irrigation gravitaire : est l'irrigation par écoulement de surface, elle consiste à distribuer de l'eau par le biais de canaux et de rigoles sous l'effet de la gravité ;

L'irrigation par aspersion :L'irrigation par aspersion est basée sur le principe d'une utilisation de l'eau aux plantes sous forme de pluie artificielle.

## DEUXIEME PARTIE : ÉTUDE EXPERIMENTALE

## **II - MATERIEL ET MÉTHODES**

Cette partie traite du matériel et méthodes utilisés pour la réalisation de cette étude

### **2.1. Matériel**

Le matériel utilisé est composé de :

La Blouse a servi de différencier les stagiaires des autres personnels ;

Les Gants (en cuir, en plastique et des propres), Bottes, Cache-nez et Chaussures de sécurité ont été utilisés comme de matériels de sécurité ;

Les faucilles et cisailles nous ont servi de matériel de coupe ;

Un téléphone techno spark 4 nous a servi d'appareil photo, de calculatrice de montre heure et de chronomètre ;

Une Enveloppe A4 nous a servi pour prélever les échantillons et les transporter jusqu'à la salle d'étuvage ;

Le matériel de labour étaient la houe, la pelle, la pioche, le râteau ;

Arrosoir, Vannes et Tuyau PVC sont utilisé pour arroser et irrigué les parcelles ;

Les compteurs d'eau sont utilisés pour savoir combien des litres d'eau sont utilisés ;

Cordes nous ont permis de faire des gerbes, la Brouette de faire le transport ;

Ficelles ont permis dresser des billons et de délimiter une parcelle a une autre ;

Trépieds muni d'une balance mécanique (Dynamomètre) a permis de peser la biomasse à chaque coupe ;

La balance à précision a permis de vérifier le poids net de l'échantillon frais et puis après étuvage ;

Étuve a permis de faire sécher nos échantillons en les conservant a une température de 55°c pendant 48heures ;

Tensiomètre nous a permis de suivre l'humidité et la sècheresse en eau par rapport à l'irrigation des parcelles à plusieurs profondeurs dans chaque traitement ;

Un moulin électrique qui nous a permis de moudre les échantillons en poudre à 1mm de diamètre après étuvage ;

La clôture a permis de sécuriser notre essai des herbivores (chèvres et moutons en divagation dans le site de l IRED ;

Urée et la bouse de vache nous ont servis des engrais.

### **2.1.1. Matériel végétal**

Le matériel végétal a été constitué des boutures de Maralfalfa issues de la récolte de la parcelle 1 de l'IRED, qui a fait l'objet de cette étude. Les boutures sont issues de la coupe en morceaux des tiges matures de Maralfalfa avec un couteau, une manchette ou bien une cisaille à trois nœuds. Deux nœuds de boutures sur les trois sont enfouis au sol, cinq à six jours après cet enfouissement sortent les premières talles qui deviennent par la suite des touffes.

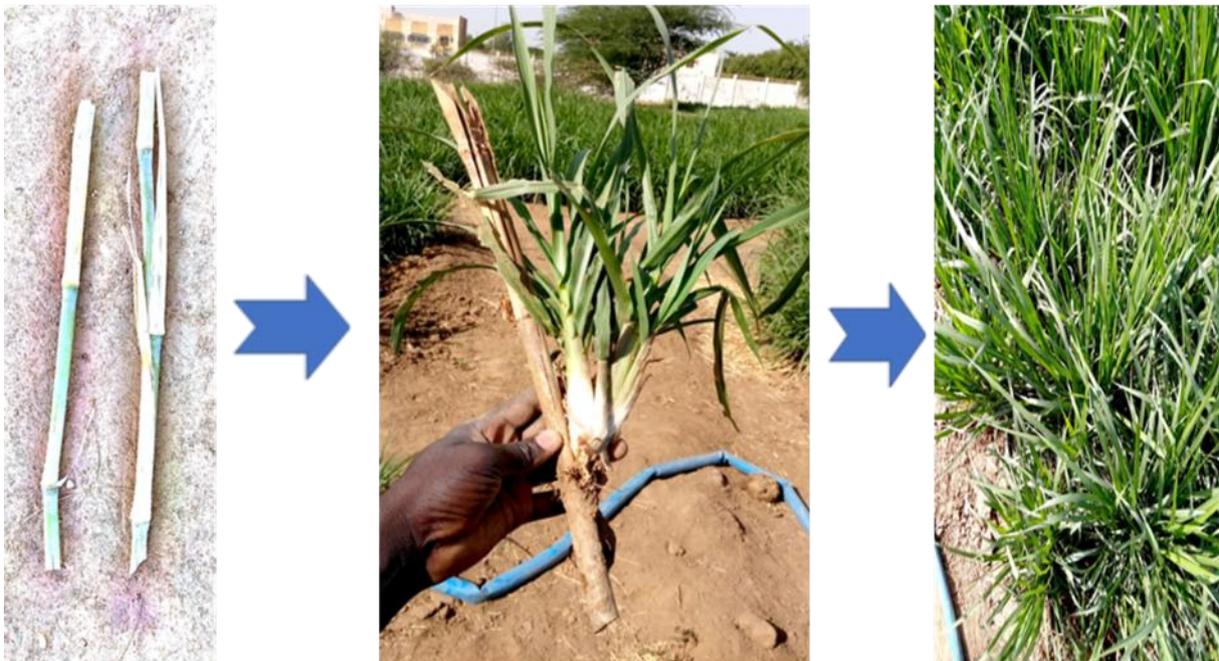


Photo 2: Boutures à premières talles et aux touffes de la Maralfalfa

### 2.1.2 Matériel animal.

Le matériel animal a été constitué des bouses des bovins, séchées, colletées, rendit en poudre et utilisé comme engrais biologique.



Photo 3 : Bouse sec solide et en poudre

## 2.2. Méthodes

### 2.2.1. Site d'étude

Ce travail a été réalisé à N'Djamena à la station expérimentale de l'IRED dans les parcelles d'essai du projet ACCEPT.

L'étude a été menée dans la ville de N'Djamena, capitale du Tchad. Située au Centre Ouest du Tchad entre 14°58'0'' et le 15°9'0'' Est de Longitude et le 12°1'0'' et 12°13'0'' Nord de Latitude, a environ 280 mètres d'altitude (Adibord, 1998). La population de cette ville a évolué de 600 000 habitants, à environ 2.000.000 habitants de nos jours avec une croissance démographique de l'ordre de 3,61 %, ce qui représente près de 40% de la population urbaine du Tchad. Cette population est représentée par 52,8% d'hommes et 47,2% de femmes (INSEED, 2012). La ville de N'Djamena est divisée en dix (10) secteurs administratifs appelés arrondissement.

Le climat de la ville de N'Djamena est de type sahélien tropical sec, caractérisé par deux saisons : une saison de pluie très courte de durée allant de Mai-juin à septembre (4 à 5 mois) et saison sèche plus longue allant d'octobre à Avril-Mai avec des températures constamment élevées (20 à 45°). L'évapotranspiration est la principale source de dissipation des eaux stagnantes de surface dans la région. Les maxima d'évaporation ont lieu en saison sèche 4956mm/j et le minima en saison de pluies 2738mm par jour an (source).

Il a un relief plat mais on note certaines inégalités à la surface qui fait varier les altitudes entre 283m et 298m. Ce relief est un avantage dans l'aménagement des parcelles des cultures ainsi que l'irrigation en favorisant une répartition équitable des eaux de surface.

On distingue cinq strates successives de sol à N'Djamena : en bordure immédiate du Chari, on trouve la série alluviale la plus récente qui constitue les bourrelets de berge, puis affleure la série argileuse récente d'origine lacustre d'une épaisseur de 3 à 5m et de couleur foncée, vient la série sableuse récente d'origine fluviale, ensuite la série argileuse ancienne d'origine fulvio-lacustre de couleur verte ou grise et assez épaisse et la série sableuse de formation très épaisse estimé à 550m. d'une manière générale l'ensemble de la zone est dominée par une couche argileuse. ???????Phrase à reconstruire

Sur le plan hydrographique et hydrogéologie la ville est arrosée de deux grandes fleuves :une le Chari et l'autre le Logone qui font leurs rencontre dernière la présidence le débits des crues peut atteindre son maxima de 2500 à4000 m<sup>3</sup> par an et le décrues minimales est de 150 à200m<sup>3</sup> ; le système Chari Logone offert une importante opportunité d'irrigation et

dispose d'une importante quantité d'eau souterraine ; elles sont évalué à 95 à 2006 millions de mètres cubes par an. la nappe souterraine peut être trouvé à des profondeurs de 7 à 16m d proximité du fleuve en allant vers le nord. Les usages des eaux souterraines sont dominés par l'hydraulique rurale et urbaine et l'hydraulique agricole étant réduite aux cultures maraichères.

La durée de notre stage était de quatre (4) mois et a été renouvelée pour trois mois de plus : d'Octobre 2021 à Mai 2022. Trois coupes de 45 jours ont été faites et à chaque traitement, un échantillon de fourrage a été prélevé, étuvé, broyé, mis dans un tube (flacon), étiqueté (nom, date de coupe et nature de traitement) et analysé au SPIR.

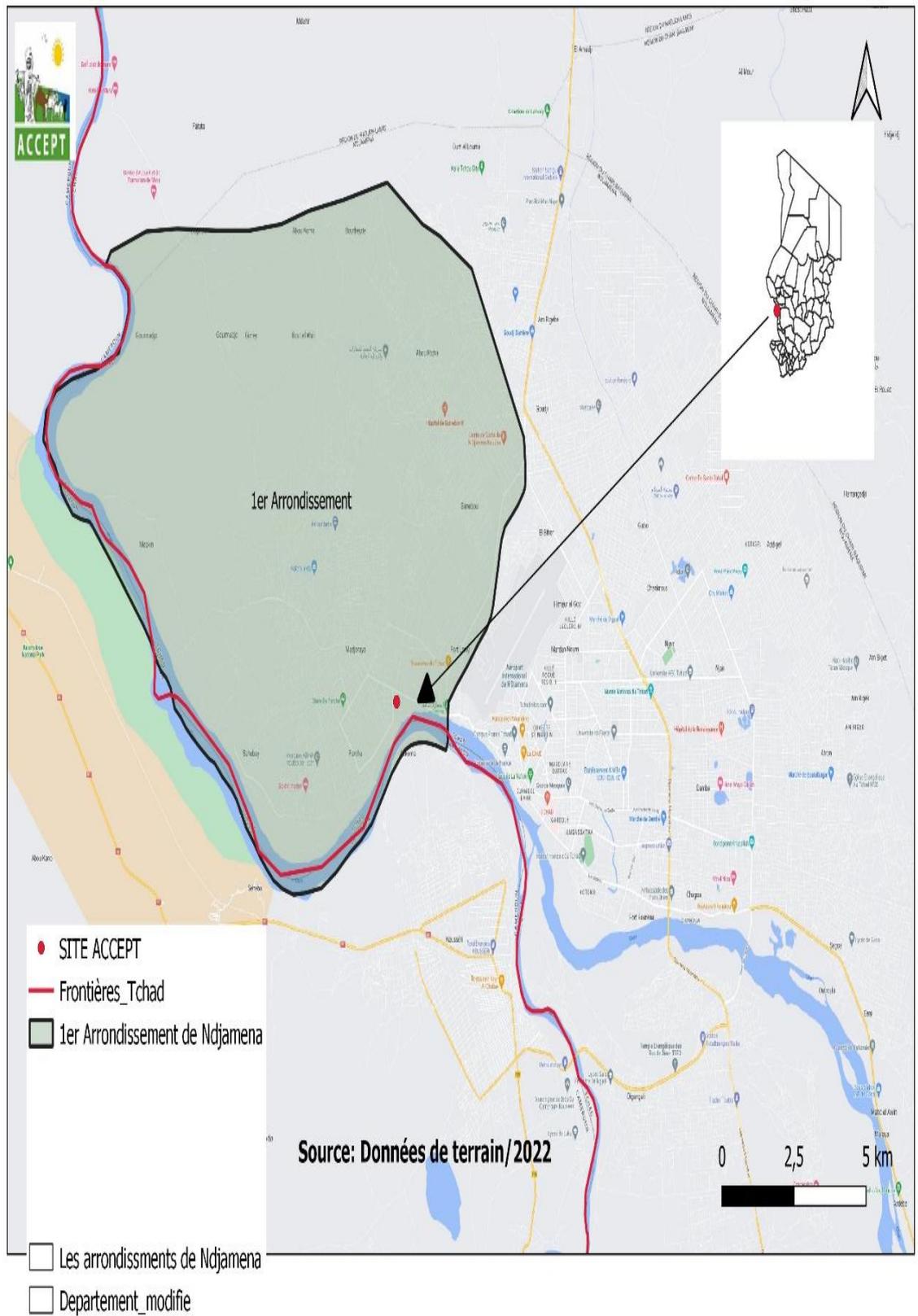


Figure 1 : Carte de la Site de l'étude

### **2.2.2. Site d'expérimentation**

Cet essai a été effectué à l'Institut de Recherche en Elevage pour le Développement (l'IRED) à Farcha dans le premier arrondissement de la ville de N'Djamena au Tchad. Il s'agit d'une ferme clôturée par un grillage et bénéficiant d'un système d'irrigation semi californienne. Le site mesure 60 mètres de long et 30 mètres de large. Il est situé en zone sahélienne avec une pluviométrie qui est comprise entre 300 et 600 mm/an avec une température moyenne de 28°C.

### **2.2.3. Dispositif expérimental**

Il est constitué de 20 parcelles réparties en quatre « Groupes » de cinq. Chaque parcelle mesure 6m de long et 3m de large. Un tirage au sort a permis de répartir les 20 parcelles dans les 4 groupes. Le groupe I est constitué des parcelles 1, 2, 3, 8 et 9 ; le groupe II des parcelles 4, 5, 6, 7 et 13 ; le groupe III des parcelles 10, 11, 12, 16 et 17 et groupe IV des parcelles 14, 15, 18, 19 et 20. Chaque parcelle comporte 6 billons de 6 m de long et distants de 0,5 m et hauts de 0,3 m. Sur chaque billon ont été plantées douze boutures de Maralfalfa espacées de 0,5 m, soit 72 boutures par parcelle.

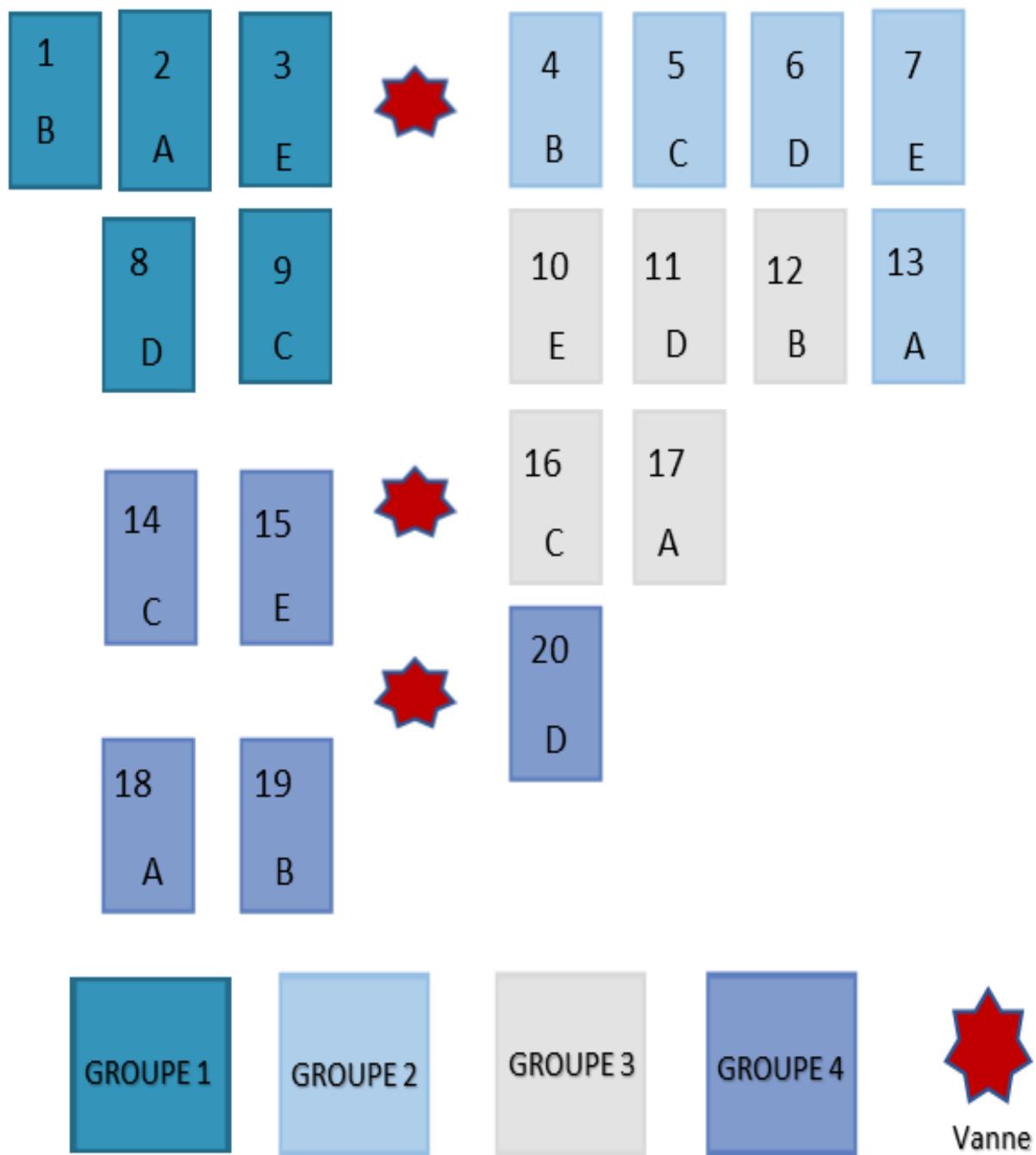


Figure 2: Schéma du dispositif expérimental

#### **2.2.4. Plantation des boutures**

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.

#### **2.2.5. Traitements appliqués**

##### **2.2.5.1. Répartition des différents traitements par groupes**

Un tirage au sort (disponible sur le web) de 5 lettres alphabétiques (BAEDC) nous a permis de faire la répartition des différents traitements de parcelles.

I) BAEDC, II) BCDEA, III) EDBCA, IV) CEABD

Les 5 traitements ont été réalisés pour l'essai avec les alphabets de manière suivante :

- A) 50% des besoins en eau des plantes ;
- B) 75% des besoins en eau des plantes ;
- C) 100% des besoins en eau des plantes ;
- D) 125% des besoins en eau des plantes ;
- E) 150 % des besoins en eau des plantes.

##### **2.2.5.2. Fertilisation**

Avant la plantation des boutures de Maralfalfa un apport de bouses de bovins séchées réduites en poudre à raison de 2 kg par m<sup>2</sup> soit 36 kg par parcelle a été effectué comme fertilisation de fonds afin de réduire les hétérogénéités observées à divers endroits du site (Remy courcier,2020).

En se basant sur des estimations d'exportations des éléments N, P, K à prévoir pour un rendement « moyen » de 40 tonnes de MS/ha/an de Maralfalfa, les besoins en fertilisants, pour compenser ses exportations sont estimés par hectare et par an à : 704 kg d'azote (N), 92 kg de Phosphore (P), 380 kg de Potassium(K). Les analyses au CIRAD des quantités d'éléments fertilisants (N, P, K) dans des échantillons des bouses séchées achetés par IRED comme fertilisant (envoyés par ACCEPT en Juin 2021) ont été : N azote 12.0 g/kg MS, P phosphore 6.4 g/Kg MS, K potassium 21.6 g/kg MS.

Un apport total annuel de 1,6 kg/m<sup>2</sup> (16 tonnes/ha/an) de bouses de bovins séchées réduites en poudre constitue une fertilisation de : 192 kg d'azote(N), 102,4 kg de phosphore (P) et 345,6 kg de potassium(K). Les apports en phosphore et potassium apparaissent suffisants mais 500kg d'azote/ha/an manquent. Le taux d'azote N dans l'urée commerciale étant de 48% (480g/kg), un total de 1100 kg d'urée/ha/an soit 0,11 kg/m<sup>2</sup>/an d'Urée a été considéré comme l'apport additionnel permettant de correspondre aux besoins en fertilisants des cultures .il a été réalisé par des apports partiels régulièrement répartis dans les parcelles, une semaine après chaque coupe.

### **2.2.5.3. Irrigation**

La technique d'irrigation par gravité a été utilisée à l'intérieur de planches (6m par 3m) dans des sillons entre des billons (distants de 0,5 m). L'eau étant acheminée à la parcelle par des tuyaux PVC enterrés qui débouchent sur des vannes où sont placés des tuyaux flexibles qui sont déplacés successivement pour irriguer chaque planche (ensemble de billons entourés).

Trois facteurs sont pris en compte pour les besoins en eau des plantes qui sont : l'évapotranspiration potentielle (**ETP**), le coefficient (**Kc**) et le coefficient d'efficience du système d'irrigation (**COEFF**).

**ETP** : l'évapotranspiration potentielle ; ETP moyenne à Ndjamena selon les moyennes publiées par le CROPWAT de la FAO (variant de 3 à 10 mm/jour), voir Tableau N°I

**Kc** : Le coefficient Kc est le coefficient qui varie avec le stade de développement des plantes (plus la plante se développe plus elle « évapore et transpire » de l'eau). Il varie de 0,3 lors de la première décade à 1,0 lors de la cinquième décade quand les plantes ont occupé tout l'espace et développé leur feuillage. Les Kc choisis ont été ceux du sorgho qui a paru le plus proche.

**COEFF** : Le coefficient d'efficience du système d'irrigation : qui est estimé à 70% pour la technique « semi-californien » de tuyaux enterrés alimentant des tuyaux flexibles qui débouchent dans des petites parcelles fermées.

Ce besoin en eau est calculé en se basant sur la formule suivante :

$$\mathbf{ETP \times KC \times COEFF \times SURFACE \ DE \ LA \ PARCELLE \times 7JOURS}$$

Or Les ETPs et pluies moyennes à N'Djamena en mm/j publiées par le CROPWAT de la FAO sont :

Tableau I: ETP moyennes à N'Djamena

	Nov.	Déc.	Jan	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil.	Aout	Sept	Oct.
ETP mm/j	5,99	5,54	5,88	7,60	8,05	7,53	7,59	6,63	4,97	4,08	4,57	5,64
pluies	0,1	0			0,3	10,1	24,7	46,3	70,8	125,7	72,9	19,5

Source : AGRYMET (FAO)

Le coefficient Kc pour le Maralfalfa proposé est basé sur le Kc du Sorgho qui est parmi ceux, dont le Kc a été étudié, celui dont le développement est le plus semblable. Cela donne par décade :

Tableau II: Coefficient KC pour 45 jours

Décade	1	2	3	4	5
Kc	0,3	0,4	0,6	0,8	1,0

Source : estimation pour l'étude

Les volumes appliqués à chaque parcelle de l'essai irrigation ont été suivis par trois compteurs « parcellaires » pour suivre 20 planches d'essai.

Coeff=0,7 et surface de la parcelle =18 m<sup>2</sup>

Des irrigations hebdomadaires (chaque lundi) ont été effectuées de la première à la quatrième décade et du fait de l'augmentation des besoins elles sont devenues bihebdomadaires (Lundi et Vendredi) à la cinquième décade. Pour chaque traitement les irrigations ont été raisonnées en fonction des besoins (niveau de développement des plantes et évapotranspiration estimée) voir les tableaux détaillés en annexe.

En se basant sur les besoins en eau des cultures, pour chaque traitement (50%, 75%, 100%, 125%, 150%) à partir des ETPs moyennes de la période, du Kc de la plantation.

#### 2.2.5.4. Récoltes

Selon les études des Universités Sud-américaines sur le *Maralfalfa*, la période idéale entre deux coupes pour l'obtention à la fois d'une bonne qualité et d'une quantité élevée de fourrage est de 45 jours d'âge. Ainsi, ce temps a été retenu pour effectuer les coupes de Maralfalfa.

À chaque récolte toutes les plantes de la parcelle ont été coupées à 5 cm au-dessus du sol. Elles ont été mises en gerbes. Toutes les gerbes ont été pesées suspendues à un trépied muni d'un dynamomètre.

## **2.2.6. Collecte des informations**

Dans cette partie, les informations sont collectées sur la base suivante :

### **2.2.6.1. Les hauteurs des plantes**

Dans chaque parcelle 4 souches tirées au hasard ont été marquées avec un bandeau coloré et la hauteur maximale de chaque plante a été mesurée et enregistrée (chaque samedi et avant chaque coupe).



Photo 4: Mesure de la hauteur des plantes

### **2.2.6.2. Mesure de fourrage vert (biomasse)**

La mesure de la biomasse (Matières Fraîches ou MF) produite a été donc effectuée pour toutes les parcelles suite à une coupe effectuée tous les 45 jours.

À chaque récolte l'ensemble des plantes de la parcelle ont été coupées à 5 cm au-dessus du sol. Elles ont été mises en gerbes et toutes les gerbes ont été pesées suspendues à un trépied muni d'un peson tout en respectant le traitement et voir quel est le meilleur rendement par différente quantité d'eau apportée à chaque traitement.



Photo 5: Pesée de gerbes

### 2.2.6.3. Analyse de la qualité fourragère

Lors des récoltes de fourrage, un échantillon d'un kilo de plantes (feuilles et tiges) représentatif de l'ensemble de la récolte de la parcelle, a été prélevé, haché en morceaux de 5 à 10 cm et mis dans un sachet plastique numéroté pour servir aux analyses.

Les échantillons de matière fraîche (MF) ont été conservés au froid pour ne pas sécher, avant leur séchage à l'étuve. Chaque échantillon a été repesé précisément au laboratoire avant la mise à l'étuve. Le séchage a été effectué dans une étuve à 55°C pendant 48 heures. Après le séchage l'échantillon a été pesé sur la balance de précision et passé au moulin produisant des éléments de 1mm de diamètre maximum.

Une part représentative de la matière sèche de cet échantillon moulu a été analysée avec le Spectromètre à Infrarouge (SPIR) et le spectre obtenu a été enregistré pour chaque récolte. Les paramètres pour chaque analyse de spectre sont:

- 1) UFL Valeur énergétique Unités Fourragères (Lait),
- 2) UFV Valeur énergétique Unités Fourragères (Viande),
- 3) PDIA Protéines digestibles dans l'intestin (alimentaire),
- 4) PDIN Protéines digestibles dans l'intestin (limite = azote),
- 5) PDIE Protéines digestibles dans l'intestin (limite = énergie)



Photo 6 : Echantillon de 1 kg de fourrage récolté



Photo 7: Mise de l'échantillon a l'étuve



Photo 8: Passage de l'échantillon au moulin (Broyage)

#### **2.2.6.4. Analyses des données**

Les logiciels utilisés pour la saisie et le traitement de données sont : SPSS, Microsoft office Word et Excel 2013. L'Excel.

#### **2.2.6.5. Considérations éthiques et déontologiques**

Le respect de l'éthique et de la déontologie faisait partie intégrante de l'étude. Nous avons obtenu l'autorisation administrative du doyen de la Faculté des Sciences exactes et Appliquées, du Directeur Général de l'Institut de Recherche en Elevage pour le Développement.

### III - RESULTATS ET DISCUSSION

Dans cette étude nous interprétons les résultats de cet essai et le discutons avec des travaux réalisés précédemment par d'autres auteurs.

#### 3.1. Résultats

##### 3.1.1. Résultats de la quantité

cette étude a fait l'objet de trois récoltes ou coupes de fourrage après 45 jours de croissance et nous avons réalisé les activités suivantes :

##### 3.1.1.1. Production de la biomasse

Pour les trois coupes réalisées, nous avons constaté lors des différentes pesées de fourrage que la quantité de la biomasse produite (kg de fourrage vert récolté par parcelle d'essai) augmente progressivement à chaque fois que le volume d'eau appliqué a augmenté.

Cependant, le traitement de 125% s'est révélé peu productif et pas supérieur au traitement de 100% selon nos observations.

Plus le rendement de la biomasse augmente quand l'irrigation passe de 50% à 100 % des besoins dépassent largement 100%, alors qu'en passant quand les volumes d'irrigation passent de 100 à 150 % des besoins le rendement continue d'augmenter mais à peine de 4 à 8% . Cela montre bien que les besoins en eau des plantes ont été correctement estimés. ?????Revoir la formulation de cette phrase

Tableau III : rendement de la biomasse selon le traitement.

Coupe	Récolte pour irrigation 50% des besoins	Récolte pour irrigation 100% des besoins	Récolte pour irrigation 150% des besoins	Augmentation rendement en passant de 50% à 100%	Augmentation rendement en passant 100% à 150%
1	28,4	63,8	69,0	+124,6%	+8,1%
2	25,9	53,3	55,6	+105,8%	+4,3%
3	28,4	72,3	77,1	+154,5%	+6,6%
moyenne	27,5	63,1	67,2	+129,4%	+ 6,5%

Le rendement de la biomasse a varié en fonction du traitement (50% à celui 150%) de 1,5kg de MF à 3,7 kg de MF par mètre carré (m<sup>2</sup>) et par 45 jours.

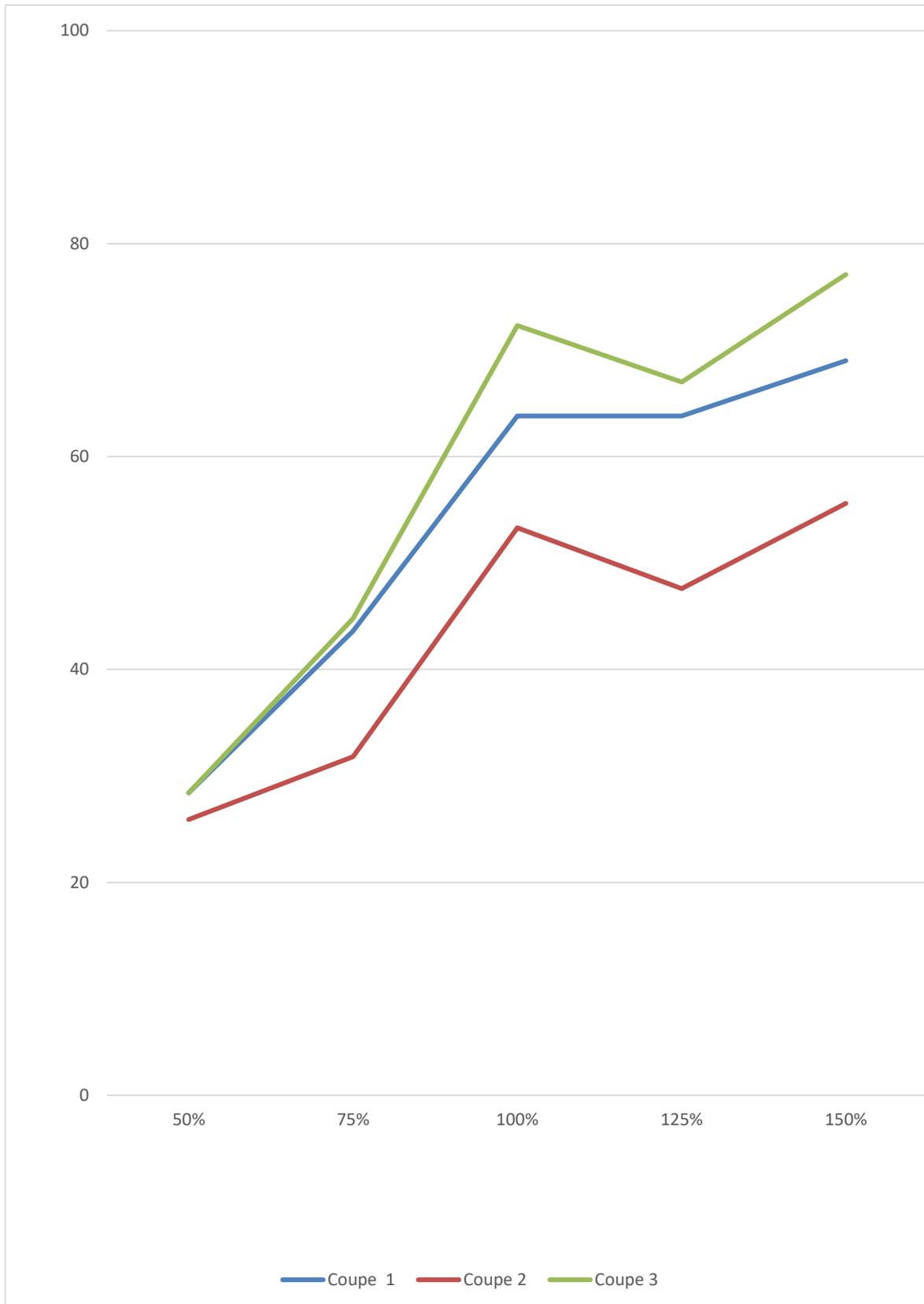


Figure 3: Production de la biomasse fraîche (kg)

### 3.1.1.2. Différents volumes d'eau d'irrigation appliqués;

Tableau IV: Répartition de différents volumes d'eau d'irrigation distribués pour chaque période de production (nombre de litres / parcelle de 18 m<sup>2</sup>)

Coupe	50%	75%	100%	125%	150%
1 <sup>er</sup> (06/11/2021 au 20/12/2021)	895,1	1342,9	1790,5	2238,1	2685,7
2 <sup>e</sup> (21/12/2021 au 03/02/2022)	955,43	1433,18	1911,05	2388,80	2866,66
3 <sup>e</sup> (04/02/2022 au 20/03/2022)	1384,99	2077,53	2770,16	3462,61	4161,72

Le traitement qui a reçu plus de volumes d'eau était la troisième coupe dont le volume variait de 1384,99 à 4161,72 litres suivi de la deuxième coupe qui était de 955,43 à 2866,66 litres et de la première coupe qui était de 895,1 à 2685,7 litres.

La moyenne des irrigations de 100% pour les trois coupes était de 1617,87 litres par parcelle ou qui est de 89,88 litres par m<sup>2</sup> par coupe pour une production moyenne de 63,13 kg/MF/parcelle ou 3,5kg/m<sup>2</sup>/MF, qui est estimé à 13,88 kg de MS/parcelle ou à 0,77 kg de MS/m<sup>2</sup>. Alors pour produire 1kg de MS il faut 116,77litres d'eau.

### 3.1.1.3. Suivi des nombres des souches vivantes

Tableau V: Nombre des souches vivantes par parcelle selon la quantité d'eau apportée

COUPE	50%	75%	100%	125%	150%
1	67,5±2,1	68,75±2,2	69,75±2,9	67,75±5,0	63,75±5,7
2	68,75±2,4	69,5±2,6	66,25±3,6	70±3,4	69,75±2,9
3	70,75±3,1	70,25±2,9	65,25±3,1	72±0,0	71±1,4

Les nombres des souches vivantes par parcelle n'atteignait pas 100% . la troisième coupe a été la coupe où ses parcelles ont atteint 97,01% des souches vivantes suivi de la deuxième coupe qui était de 95,62% de souches vivantes et la première coupe n'avait que 93,75% de souches vivantes du fait que les souches mortes ont été remplacées au départ.

### 3.1.1.4. Suivi des hauteurs des plantes

Les hauteurs des plantes ont été influencées par le volume d'eau d'irrigation, c'est pourquoi on observe une courbe croissante de traitement à 50% par rapport à celle de 100%. Plus la quantité d'eau est abondante, plus la taille ou la hauteur de la plante est grande pour toutes les coupes, mais au niveau du traitement de 125% et 150% pour toutes les coupes, on observe que les hauteurs sont en dessous du traitement de 100%.

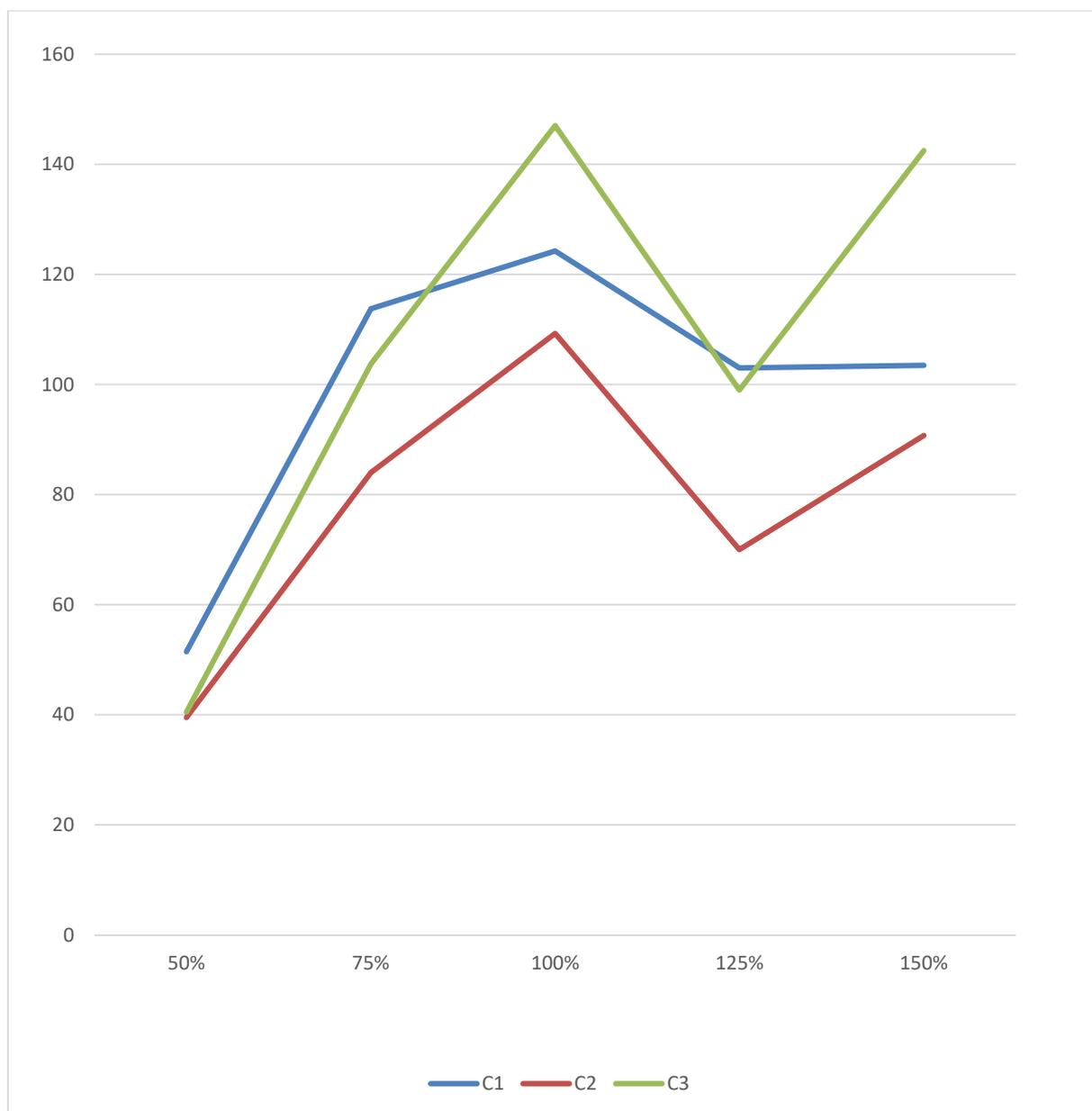


Figure 4: Hauteurs des plantes

### 3.1.1.5.Observation du système racinaire de Maralfalfa

Tableau VI : Densité racinaire sur une surface 1m<sup>2</sup>

SOUCHE												
	40 cm	30 cm	20 cm	10 cm	0	10 cm	20 cm	30 cm	40 cm	50 cm	Moyenne	%
10 cm	23	41	38	32	30	33	28	20	19	21	28,5	29,7 %
20 cm	17	20	25	19	16	23	13	13	11	14	17,1	17,8 %
30 cm	10	13	13	16	20	17	16	12	14	16	14,7	15,3 %
40 cm	12	11	10	12	16	15	13	10	9	12	12	12,5 %
50 cm	9	7	8	10	13	14	10	10	10	10	10,1	10,5 %
60 cm	6	8	3	5	9	3	10	10	8	7	6,9	7,2 %
70 cm	3	4	6	1	4	2	3	7	4	4	3,8	4,0 %
80 cm	4	2	1	2	1	0	5	5	1	1	2,2	2,3 %
90 cm	0	0	0	0	0	0	2	2	0	0	0,4	0,4 %
100 cm	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0,3	0,3 %
Moyenne	8,5	10,6	10,4	9,7	10,9	10,7	10,1	9	7,6	8,5		
%	8,9%	11,0 %	10,8 %	10,1 %	11,4%	11,1 %	10,5 %	9,4 %	7,9 %	8,9 %		

0 à 5 racines
6 à 10 racines
11 à 20 racines
21 à 30 racines
31 à 41 racines

Ce résultat montre la distribution racinaire de Maralfalfa dans le sol. Nous observons que le Maralfalfa à une distribution racinaire superficielle avec un taux de 47,5% de racines qui sont dans les premiers 20 cm du sol, 62,8% dans les 30cm et 85,8% dans les 50 cm. Ce résultat démontre que la profondeur des tensiomètres était mal Choisie. Par contre la meilleure profondeur à choisir pour le suivi de tension est bien entre 20 cm, 40 cm et 60 cm.

### 3.1.2. Résultats des analyses de la qualité

Tableau VII: Analyse de la 1ère, 2 e et 3 e coupe

			En % de MS				
Coupe	code	traitement	MAT	UFL	SMS	SMO	ADL
<b>IRRIGATION ET COUPE DE DECEMBRE</b>							
1er	TD22F0340	50%	16,04	0,7	58,13	55,44	1,89
	TD22F0341	75%	18,50	0,72	59,95	57,53	2,53
	TD22F0326	100%	16,60	0,71	59,84	57,19	2,28
	TD22F0322	125%	15,91	0,7	56,63	53,24	2,69
	TD22FO334	150%	13,40	0,67	54,92	52,45	2,78
<b>IRRIGATION ET COUPE DE FEVRIER</b>							
2 <sup>e</sup>	TD22F0357	50%	18,82	0,78	66,50	62,68	1,12
	TD220343	75%	18,64	0,74	61,92	58,27	2,26
	TD220345	100%	19,90	0,77	64,52	60,58	2,07
	TD22F0353	125%	20,47	0,78	65,03	61,36	1,95
	TD22FO348	150%	18,55	0,76	63,46	59,99	1,79
<b>IRRIGATION ET COUPE DE MARS</b>							
3 <sup>e</sup>	TD22FO534	50%	21,62	0,86	73,52	74,91	1,55
	TD22FO35	75%	21,63	0,85	73,76	75,03	1,39
		100%					
	TD22F0533	125%	18,82	0,78	68,91	68,52	1,57
	TD22F0532	150%	13,76	0,69	60,53	59,19	2,58

**CODE :TD= Tchad, 22= Année de récolte du fourrage (2022), F= Fourrage, les chiffres après F dans le code représentent le numéro d'enregistrement sur le registre.**

Le résultat des analyses montre que les matières azotées totales(MAT) varient entre 13% à 21%, la valeur énergétique (unités fourragère(UFL)) est entre 0,6% à 0,7%, la digestibilité (SMS et SMO) est de 52% à 75% et la lignine(ADL) est entre 1% à 2% selon le traitement. Il ressort de ce résultat que les plantes qui étaient moins irriguées ont tendance à se comporter comme des jeunes plantes (avec moins de lignine) avec plus d'énergie et donc plus digestibles, par contre les plantes les plus irriguées ont développé plus de lignine, moins digestibles, et comportant moins d'énergie

## **3.2 Discussion**

Pendant cette étude expérimentale du 25 Octobre 2021 au 25 Mai 2022 nous avons enregistré trois (3) coupes qui ont été discutées sur les points suivants :

### **3.2.1. Production de la biomasse**

Les résultats de la biomasse ont été différents selon les dates de coupes, par traitement et cela s'explique que par le fait que les ETP sont variables d'un mois à un autre, la coupe qui a reçu autant de quantité d'eau, a donné un rendement aussi plus grand, ainsi que celle qui a fait plus de photosynthèse a montré une très bonne croissance et un bon développement que celle qui était sous le froid et la vitesse du vent élevée. Avec un rendement de 1,5kg à 3,5kg/m<sup>2</sup> selon le volume d'eau reçu, ce résultat ne corrobore pas avec l'article réalisé en 2015 par l'ONG Mauritanienne AMAD, expérimenté dans le Département de Boghé, une espèce végétale appelée le Maralfalfa. Selon Bâ El Hadj cette espèce végétale a produit jusqu'à 450 tonnes voire 500 tonnes à l'hectare. D'une part cette différence peut s'expliquer par ; l'effet du climat, la durée de l'étude, la zone agro écologique etc.. D'autre part la mesure du volume d'irrigation exercée sur une étude est l'eau à volonté et se trouvait sur le lit du fleuve.

### **3.2.2. Différents volumes d'eau d'irrigation appliqués;**

Les volumes d'eau d'irrigation étaient différents par coupe sous l'effet du ETP qui a été variable selon le mois. Le besoin en volume a augmenté lorsque les plantes avaient une transpiration élevée. Ce résultat de besoin en eau de Maralfalfa pour produire 1kg de MS, est en moyenne de 190 litres. Ce résultat est inférieur à celui de Birouk et al en 1997 selon lesquels, pour produire 1kg de MS de luzerne il faut 1000 litres eau, 4500 litres pour produire 1kg de riz et le maïs fourragère 228 litres pour 1 kg de MS. Cette étude comparée à la nôtre démontre que cette plante appelée Maralfalfa n'est pas trop exigeante en eau.

### **3.2.3. Suivi des hauteurs des plantes**

Cette étude sur les hauteurs des plantes montre une différence significative ; car l'hauteur de la plante la plus petite était de 40 cm et celle qui était plus grande était à 147 cm. Ce résultat est différent de ceux de P. Kiyuku et S. Bigawa en 2013 qui avaient trouvé une hauteur moyenne entre 156 à 190 cm. Cette grande différence s'explique par le fait que dans cette étude on a expérimenté les différents volumes d'eau qui étaient même réduits à 50% comparativement à l'étude précédente où la quantité d'eau était constante.

### **3.2.4. Observation du système racinaire de Maralfalfa**

L'observation racinaire des végétaux a un intérêt évident, qui est celui de compréhension de l'utilisation des éléments nutritifs pour une végétation naturelle ou une culture. Dans cette étude, la densité racinaire de Maralfalfa est superficielle avec un taux de 47,5% qui sont dans les premières 20 cm, 62,8% dans les premiers 30cm et 85,8% dans les premiers 50 cm. Quand a J.J. Rob Groot et al. (1998) au Pays Bas, qui admet que le système racinaire d'un pied ne se développe pas au-delà d'un rayon de 60 cm et que Le système racinaire a été suivi jusqu'à 120 cm de profondeur cette différence se situe seulement au niveau de l'espèce étudiée et la méthode d'étude. Quant à la densité, elles sont plus élevées dans les 50 premiers centimètres comme chez le Maralfalfa.

### **3.2.5. Analyses de la qualité**

Malgré que les résultats des analyses ne sont pas cohérents, cette complexité rend difficile l'interprétation. Mais comparé à la qualité du fourrage *Brachiaria Ruziziensis* évalué en 1982 par E. Koffi en Côte d'Ivoire, le Maralfalfa reste le fourrage de meilleure qualité.

## Conclusion

Les différents volumes d'eau apportés aux plantes de *Maralfalfa* étaient hétérogènes selon les cinq traitements sur les vingt (20) parcelles qui ont une superficie de 18m<sup>2</sup> chacune, avec un apport en fertilisant organique (28,8 kg de bouse de vache) et minérale (1,9 kg de l'urée) de 100% pour toutes les parcelles.

Au terme de cette étude il est sans crainte de dire que ; les différents volumes d'eau ont eu d'effets sur la quantité et la qualité du *Maralfalfa* :

Le résultat de la biomasse nous rapporte que les plantes qui ont été moins irriguées ou qui ont reçu moins de volumes d'eau avaient un rendement de 1,5 kg/m<sup>2</sup> de MF inférieure que celles qui ont reçu un grand volume d'eau dont le rendement est de 3,7 kg par m<sup>2</sup> de MF du traitement de 50% au 150%. De même les hauteurs des plantes les plus grandes étaient celles qui ont reçu le plus grand volume d'eau et celles qui ont reçu un petit volume ont aussi des hauteurs plus petites. Le volume d'eau n'avait pas d'effets sur le nombre des souches vivantes mais par contre, les souches qui ont reçu un grand volume avaient des diamètres de tiges bien développés par rapport à que celles qui ont reçu moins d'eau. La repousse des souches est rapide dans les parcelles qui ont été irriguées 48 heures avant la coupe. Les observations de la distribution racinaire de la *Maralfalfa*, ont montré que cette espèce n'a que des racines superficielles sur les 60 premiers centimètres de sa profondeur. Du point de vu qualitatif ; les plantes qui ont reçu moins de volumes d'eau ont une meilleure qualité que celles qui ont reçu un grand volume d'eau.

Pour conclure, nous avons remarqué que, les différents volumes d'eau d'irrigation ont d'effets sur la quantité de production de biomasse quand le volume d'eau est grand et sur la qualité de fourrage quand celui-ci est petit.

## Perspectives :

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

- Effet de la saison :

L'essai n'a duré que 7 mois au lieu de 12 mois pendant lesquels on est passé des climats très différents (températures, vents, ensoleillement). Pour évaluer valablement le différent volume d'eaux d'irrigation recommandées, il aurait fallu réaliser cette étude sur une année complète.

- Détermination de la variation l'appétence des fourrages en fonction du traitement reçu.

## Références

1. **ACCEPT., 2020.** rapport narratif intermédiaire. 58 p
2. **Adibord M.Y., 1998.** *Sites urbains, les problèmes des inondations à N'Djamena.* Mémoire de DEA de géographie. Université de Provence Aix-Marseille, France.
3. **AOUATA .I. 2015.** *Etude et développement de l'irrigation souterraine en Algérie ;* Mémoire de fin de formation de master, 82p.
4. **Bénard C., et Minaïngar M. D., 2021.** *Disponibilité structurelle et accessibilité des sous-produits agricoles et agro-industriels utilisables dans les filières fourrages aliments-bétail,* Rapport IRAM-CCEPT, 115 p.
5. **BIROUK A. et BOUIZGAREN A., BAYA B., 1997.** Luzerne (*Medicago Sativa L.*). In Jaritz G. et Bounejmate M. (ed), *Production et utilisation des cultures fourragères au Maroc*, p : 126-139 INRA, Rabat.
6. **DESPA. et PASTOR., 2018.** Etude de la situation initiale dans les cinq (5) régions d'intervention du Pastor, 73 p.
7. **Koffi E.D.O., 1982.** *Aperçu sur la culture de trois plantes fourragères : Brachiaria, Panicum et Stylobates.* Rapport de stage, 43p.
8. **FAO., 1975.** Food alimentation organisation les besoins en eau des cultures. Bull Fao n° 24.
9. **FAO., 2010.** programme de gestion de transfrontalière des agroécosystèmes du bassin de la KAGERA.
10. **Fiches techniques de quelques plantes fourragères tropicales ;** Extrait du memento de l'agronome 2002.
11. **Gosse G., Grancher C., R Bonhomme R., Chartier et J.M et Allirand J.M., 1986.** Production maximale de matière sèche et rayonnement solaire intercepté par un couvert végétal. *Agronomie*, EDP Sciences. 6(1) p47-56.
12. **Klein H. D., Ripostent G., Huguenin J., Toutain B., Guérin H., Louppe D., 2014.** *Agricultures tropicales : les cultures fourragères* 267 p.
13. **Hiernaux P., Abdraman M. A., Béchir A. B. et 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.
14. **INSEED., 2012.** Ministère de la coopération du Tchad. Institut nationale de la statistique des études économiques et démographique/ *Rapport du 2éme recensement général de la population et de l'habitat 2010* : 235p.
15. **IRED-ACCEPT-Tchad., 2021.** Formation techniques et utilisation du *Maralfalfa* : 12 p.

16. **Rob Groot J.J., Mahamadou T. et Daouda K., 1998.** Description du racinaire de trois espèces fourragères en zones soudano-sahélienne : *Andropogon gayanus*, *Vignaunguiculata* et *Stylosanthes hamata*, Article.P 106 à 119.
17. **Kossou 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).* Rapport national Tchad, 36 p.
18. **Koussou M.O., 2008.** *Dynamique des changements dans le secteur de l'élevage au Tchad : cas de la filière laitière de N'Djamena.* Thèse de Doctorat, AgroParisTech, 238 p.
19. **L'ONG Mauritanienne AMAD., 2015.** La culture du Maralfalfa : Une alternative pour sauver le cheptel Mauritanien face aux sécheresses récurrentes, Article.1 p.
20. **Ministère de l'Agriculture Niger 2012.** Techniques de production des cultures irriguées - cultures fourragères. 53 P.
21. **Mopaté. L.Y., 2008.** *Dynamique des élevages porcins et amélioration de la production en zones urbaines et péri urbaine de N'Djamena /Tchad.* Mémoire de fin de formation pour l'obtention de diplôme de doctorat unique à l'Université de Bobo Polytechnique Dialosso, 245 p.
22. **Ngarhodoube ., 2006.** *Évaluation des disponibilités fourragères d'un terroir agropastorale en zone soudanienne du Tchad cas de village N'Guettel.* Mémoire de fin de formation pour l'obtention de diplôme d'ingénieur à l'institut universitaire de sciences et techniques d'Abéché/Tchad, 34 p.
23. **Nianogo A.J., 2000.** les systèmes de productions animales. Cours de DEA.
24. **P.Kiyuku. et Bigawa S., 2013.** Production de *Maralfalfa* et son utilisation pour la culture de *Pleurotus ostreatus* au Burundi, 17p.
25. **Plauchu. V., 2004.** Economies de l'environnement, 120p.
26. **Schumach M., 2010.** La classification APG III de *Cenchruspurpureus*, 1p.

## Annexes

### Annexe 1 : Calcul des différents volumes d'irrigation

TABLEAU II : CALCUL DE QUANTITE D'EAU POUR LAPREMIEE COUPE

Estimations des quantités d'eau d'irrigation à appliquer selon les 5 traitements					Quantités d'eau litres à appliquer pendant la décade 100% besoins = ETP (mm/j) x KC x 0,7x Nb jours				
% des besoins en eau estimés					50%	75%	100%	125%	150%
					0,5	0,75	1	1,25	1,5
N° semaine	KC	ETP moyenne mm/j	Dates de la décade	Nb jours	litres à appliquer	litres à appliquer	litres à appliquer	litres à appliquer	litres à appliquer
1	0,3	5,99	06/11/2021	1	10,2	15,3	20,4	25,6	30,7
	0,3	5,99	07/11/2021	1	10,2	15,3	20,4	25,6	30,7
	0,3	5,99	08/11/2021	1	10,2	15,3	20,4	25,6	30,7
	0,3	5,99	09/11/2021	1	10,2	15,3	20,4	25,6	30,7
	0,3	5,99	10/11/2021	1	10,2	15,3	20,4	25,6	30,7
	0,3	5,99	11/11/2021	1	10,2	15,3	20,4	25,6	30,7
	0,3	5,99	12/11/2021	1	10,2	15,3	20,4	25,6	30,7
TOTAL				7	71,4	107,3	143,1	178,9	214,6
2	0,3	5,99	13/11/2021	1	10,2	15,3	20,4	25,6	30,7
	0,3	5,99	14/11/2021	1	10,2	15,3	20,4	25,6	30,7
	0,3	5,99	15/11/2021	1	10,2	15,3	20,4	25,6	30,7
	0,4	5,99	16/11/2021	1	13,6	20,4	27,3	34,1	40,9
	0,4	5,99	17/11/2021	1	13,6	20,4	27,3	34,1	40,9
	0,4	5,99	18/11/2021	1	13,6	20,4	27,3	34,1	40,9
	0,4	5,99	19/11/2021	1	13,6	20,4	27,3	34,1	40,9
TOTAL				7	85,2	127,8	170,3	212,9	255,5
3	0,4	5,99	20/11/2021	1	13,6	20,4	27,3	34,1	40,9
	0,4	5,99	21/11/2021	1	13,6	20,4	27,3	34,1	40,9
	0,4	5,99	22/11/2021	1	13,6	20,4	27,3	34,1	40,9
	0,4	5,99	23/11/2021	1	13,6	20,4	27,3	34,1	40,9
	0,4	5,99	24/11/2021	1	13,6	20,4	27,3	34,1	40,9
	0,4	5,99	25/11/2021	1	13,6	20,4	27,3	34,1	40,9
	0,6	5,99	26/11/2021	1	20,4	30,7	40,9	51,1	61,3
TOTAL				7	102,2	153,3	204,4	255,5	306,6
4	0,6	5,99	27/11/2021	1	20,4	30,7	40,9	51,1	61,3
	0,6	5,99	28/11/2021	1	20,4	30,7	40,9	51,1	61,3
	0,6	5,99	29/11/2021	1	20,4	30,7	40,9	51,1	61,3
	0,6	5,99	30/11/2021	1	20,4	30,7	40,9	51,1	61,3
	0,6	5,54	01/12/2021	1	18,9	28,4	37,8	47,3	56,7

	0,8	5,54	02/12/2021	1	25,2	37,8	50,4	63,0	75,6
	0,8	5,54	03/12/2021	1	25,2	37,8	50,4	63,0	75,6
TOTAL				7	151,1	226,6	302,2	377,7	453,2
5	0,8	5,54	04/12/2021	1	25,2	37,8	50,4	63,0	75,6
	0,8	5,54	05/12/2021	1	25,2	37,8	50,4	63,0	75,6
	0,8	5,54	06/12/2021	1	25,2	37,8	50,4	63,0	75,6
	0,8	5,54	07/12/2021	1	25,2	37,8	50,4	63,0	75,6
	0,8	5,54	08/12/2021	1	25,2	37,8	50,4	63,0	75,6
	0,8	5,54	09/12/2021	1	25,2	37,8	50,4	63,0	75,6
	0,8	5,54	10/12/2021	1	25,2	37,8	50,4	63,0	75,6
TOTAL				7	176,4	264,7	352,9	441,1	529,3
6	0,8	5,54	11/12/2021	1	25,2	37,8	50,4	63,0	75,6
	1	5,54	12/12/2021	1	31,5	47,3	63,0	78,8	94,5
	1	5,54	13/12/2021	1	31,5	47,3	63,0	78,8	94,5
	1	5,54	14/12/2021	1	31,5	47,3	63,0	78,8	94,5
	1	5,54	15/12/2021	1	31,5	47,3	63,0	78,8	94,5
	1	5,54	16/12/2021	1	31,5	47,3	63,0	78,8	94,5
	1	5,54	17/12/2021	1	31,5	47,3	63,0	78,8	94,5
TOTAL				7	214,3	321,4	428,5	535,6	642,8
7	1	5,54	18/12/2021	1	31,5	47,3	63,0	78,8	94,5
	1	5,54	19/12/2021	1	31,5	47,3	63,0	78,8	94,5
	1	5,54	20/12/2021	1	31,5	47,3	63,0	78,8	94,5
TOTAL				3	94,5	141,8	189,1	236,3	283,6
TOTAL				45	895,1	1342,9	1790,5	2238,1	2685,7

TABLEAU II : CALCUL DE QUANTITE D'EAU POUR LA DEUXIEME COUPE

Estimations des quantités d'eau d'irrigation à appliquer selon les 5 traitements					Quantités d'eau litres à appliquer pendant la décade 100% besoins = ETP (mm/j) x KC x 0,7x Nb jours				
% des besoins en eau estimés					50%	75%	100%	125%	150%
					0,5	0,75	1	1,25	1,5
N° semaine	KC	ETP moyenne mm/j	Dates de la décade	Nb jours	litres à appliquer	litres à appliquer	litres à appliquer	litres à appliquer	litres à appliquer
1	0,3	5,54	21/12/2021	1	09,45	14,17	18,90	23,62	28,35
	0,3	5,54	22/12/2021	1	09,45	14,17	18,90	23,62	28,35
	0,3	5,54	23/12/2021	1	09,45	14,17	18,90	23,62	28,35
	0,3	5,54	24/12/2021	1	09,45	14,17	18,90	23,62	28,35
	0,3	5,54	25/12/2021	1	09,45	14,17	18,90	23,62	28,35
	0,3	5,54	26/12/2021	1	09,45	14,17	18,90	23,62	28,35
	0,3	5,54	27/12/2021	1	09,45	14,17	18,90	23,62	28,35

TOTAL				7	66,15	99 ,19	132,3	165 ,34	198,45
2	0,3	5,54	28/12/2021	1	09,45	14,17	18,90	23,62	28,35
	0,3	5,54	29/12/2021	1	09,45	14,17	18,90	23,62	28,35
	0,4	5,54	30/12/2021	1	12,60	18,90	25,20	31,50	37,81
	0,4	5,54	31/12/2021	1	12,60	18,90	25,20	31,50	37,81
	0,4	5,88	01/01/2022	1	13,37	20,06	26,75	33,44	40,13
	0,4	5,88	02/01/2022	1	13,37	20,06	26,75	33,44	40,13
	0,4	5,88	03/01/2022	1	13,37	20,06	26,75	33,44	40,13
TOTAL				7	84,21	126,32	168,45	210,56	252,71
3	0,4	5,88	04/01/2022	1	13,37	20,06	26,75	33,44	40,13
	0,4	5,88	05/01/2022	1	13,37	20,06	26,75	33,44	40,13
	0,4	5,88	06/01/2022	1	13 ,37	20,06	26,75	33 ,44	40,13
	0,4	5,88	07/01/2022	1	13,37	20,06	26,75	33,44	40,13
	0,6	5,88	08/01/2022	1	20,06	30,09	40,13	50,16	60,19
	0,6	5,88	09/01/2022	1	20,06	30,09	40,13	50,16	60,19
	0,6	5,88	10/01/2022	1	20,06	30,09	40,13	50,16	60,19
TOTAL				7	113,66	170,51	227,39	284 ,24	341,09
4	0,6	5,88	11/01/2022	1	20,06	30,09	40,13	50,16	60,19
	0,6	5,88	12/01/2022	1	20,06	30,09	40,13	50,16	60,19
	0,6	5,88	13/01/2022	1	20,06	30,09	40,13	50,16	60,19
	0,6	5,88	14/01/2022	1	20,06	30,09	40,13	50,16	60,19
	0,6	5,88	15/01/2022	1	20,06	30,09	40,13	50,16	60,19
	0,6	5,88	16/01/2022	1	20,06	30,09	40,13	50,16	60,19
	0,8	5,88	17/01/2022	1	26,75	40,13	53,50	66,88	80,26
TOTAL				7	147,11	220,67	294,28	367,84	441 ,40
5	0,8	5,88	18/01/2022	1	26,75	40,13	53,50	66,88	80,26
	0,8	5,88	19/01/2022	1	26,75	40,13	53,50	66,88	80,26
	0,8	5,88	20/01/2022	1	26,75	40,13	53,50	66,88	80,26
	0,8	5,88	21/01/2022	1	26,75	40,13	53,50	66,88	80,26
	0,8	5,88	22/01/2022	1	26,75	40,13	53,50	66,88	80,26
	0,8	5,88	23/01/2022	1	26,75	40,13	53,50	66,88	80,26
	0,8	5,88	24/01/2022	1	26,75	40,13	53,50	66,88	80,26
TOTAL				7	187,25	280,91	374,50	468,16	561,82
6	0,8	5,88	25/01/2022	1	26,75	40,13	53,50	66,88	80,26
	1	5,88	26/01/2022	1	33,44	50,16	66,88	83,60	100,32
	1	5,88	27/01/2022	1	33,44	50,16	66,88	83,60	100,32
	1	5,88	28/01/2022	1	33,44	50,16	66,88	83,60	100,32
	1	5,88	29/01/2022	1	33,44	50,16	66,88	83,60	100,32
	1	5,88	30/01/2022	1	33,44	50,16	66,88	83,60	100,32

	1	5,88	31/01/2022	1	33,44	50,16	66,88	83,60	100,32
TOTAL				7	227,39	341,09	454,78	568,48	682,18
7	1	7,60	01/02/2022	1	43,22	64,83	86,45	108,06	129,67
	1	7,60	02/02/2022	1	43,22	64,83	86,45	108,06	129,67
	1	7,60	03/02/2022	1	43,22	64,83	86,45	108,06	129,67
TOTAL				3	129,66	194,49	259,35	324,18	389,01
TOTAL				45	955,43	1433,18	1911,05	2388,80	2866,66

TABLEAU III : CALCUL DE QUANTITE D'EAU POUR LA 3EME COUPE

Estimations des quantités d'eau d'irrigation à appliquer selon les 5 traitements					Quantités d'eau litres à appliquer pendant la décade 100% besoins = ETP (mm/j) x KC x 0,7x Nb jours				
% des besoins en eau estimés					50%	75%	100%	125%	150%
					0,5	0,75	1	1,25	1,5
N° semaine	KC	ETP moyenne mm/j	Dates de la décade	Nb jours	litres à appliquer	litres à appliquer	litres à appliquer	litres à appliquer	litres à appliquer
1	0,3	7,6	04/02/2022	1	14,36	21,54	28,72	35,9	43,8
	0,3	7,6	05/02/2022	1	14,36	21,54	28,72	35,9	43,8
	0,3	7,6	06/02/2022	1	14,36	21,54	28,72	35,9	43,8
	0,3	7,6	07/02/2022	1	14,36	21,54	28,72	35,9	43,8
	0,3	7,6	08/02/2022	1	14,36	21,54	28,72	35,9	43,8
	0,3	7,6	09/02/2022	1	14,36	21,54	28,72	35,9	43,8
	0,3	7,6	10/02/2022	1	14,36	21,54	28,72	35,9	43,8
TOTAL				7	100,52	150,78	201,04	251,3	306,6
2	0,3	7,6	11/02/2022	1	14,36	21,54	28,72	35,9	43,8
	0,3	7,6	12/02/2022	1	14,36	21,54	28,72	35,9	43,8
	0,4	7,6	13/02/2022	1	19,15	28,72	38,3	47,87	57,45
	0,4	7,6	14/02/2022	1	19,15	28,72	38,3	47,87	57,45
	0,4	7,6	15/02/2022	1	19,15	28,72	38,3	47,87	57,45
	0,4	7,6	16/02/2022	1	19,15	28,72	38,3	47,87	57,45
	0,4	7,6	17/02/2022	1	19,15	28,72	38,3	47,87	57,45
TOTAL				7	124,47	186,68	248,94	311,15	374,85
3	0,4	7,6	18/02/2022	1	19,15	28,72	38,3	47,87	57,45

	0,4	7,6	19/02/2022	1	19,15	28,72	38,3	47,87	57,45
	0,4	7,6	20/02/2022	1	19,15	28,72	38,3	47,87	57,45
	0,4	7,6	21/02/2022	1	19,15	28,72	38,3	47,87	57,45
	0,6	7,6	22/02/2022	1	28,72	43,09	57,45	71,82	86,18
	0,6	7,6	23/02/2022	1	28,72	43,09	57,45	71,82	86,18
	0,6	7,6	24/02/2022	1	28,72	43,09	57,45	71,82	86,18
TOTAL				7	162,76	244,15	325,55	406,94	488,34
4	0,6	7,6	25/02/2022	1	28,72	43,09	57,45	71,82	86,18
	0,6	7,6	26/02/2022	1	28,72	43,09	57,45	71,82	86,18
	0,6	7,6	27/02/2022	1	28,72	43,09	57,45	71,82	86,18
	0,6	7,6	28/02/2022	1	28,72	43,09	57,45	71,82	86,18
	0,6	8,05	01/03/2022	1	30,42	45,64	60,85	76,07	91,28
	0,6	8,05	02/03/2022	1	30,42	45,64	60,85	76,07	91,28
	0,8	8,05	03/03/2022	1	40,57	60,85	81,14	101,42	121,71
TOTAL				7	216,29	324,49	432,64	540,84	648,99
5	0,8	8,05	04/03/2022	1	40,57	60,85	81,14	101,42	121,71
	0,8	8,05	05/03/2022	1	40,57	60,85	81,14	101,42	121,71
	0,8	8,05	06/03/2022	1	40,57	60,85	81,14	101,42	121,71
	0,8	8,05	07/03/2022	1	40,57	60,85	81,14	101,42	121,71
	0,8	8,05	08/03/2022	1	40,57	60,85	81,14	101,42	121,71
	0,8	8,05	09/03/2022	1	40,57	60,85	81,14	101,42	121,71
	0,8	8,05	10/03/2022	1	40,57	60,85	81,14	101,42	121,71
TOTAL				7	283,99	425,95	567,98	709,94	851,97
6	0,8	8,05	11/03/2022	1	40,57	60,85	81,14	101,42	121,71
	1	8,05	12/03/2022	1	50,71	76,07	101,43	126,78	152,14
	1	8,05	13/03/2022	1	50,71	76,07	101,43	126,78	152,14
	1	8,05	14/03/2022	1	50,71	76,07	101,43	126,78	152,14
	1	8,05	15/03/2022	1	50,71	76,07	101,43	126,78	152,14
	1	8,05	16/03/2022	1	50,71	76,07	101,43	126,78	152,14
	1	8,05	17/03/2022	1	50,71	76,07	101,43	126,78	152,14
	TOTAL				7	344,83	517,27	689,72	862,1
7	1	8,05	18/03/2022	1	50,71	76,07	101,43	126,78	152,14
	1	8,05	19/03/2022	1	50,71	76,07	101,43	126,78	152,14
	1	8,05	20/03/2022	1	50,71	76,07	101,43	126,78	152,14
TOTAL				3	152,13	228,21	304,29	380,34	456,42
TOTAL				45	1384,99	2077,53	2770,16	3462,61	4161,72

REPUBLIQUE DU TCHAD  
\*\*\*\*\*  
CONSEIL MILITAIRE DE TRANSITION  
\*\*\*\*\*  
PRESIDENCE DU CONSEIL MILITAIRE  
TRANSITION  
\*\*\*\*\*  
MINISTRE DE L'ELEVAGE  
ET DES PRODUCTIONS ANIMALES  
\*\*\*\*\*  
DIRECTION GENERALE  
\*\*\*\*\*  
INSTITUT DE RECHERCHE EN  
ELEVAGE POUR LE DEVELOPPEMENT  
\*\*\*\*\*  
DIVISION ADMINISTRATIVE ET FINANCIERE  
\*\*\*\*\*  
SERVICE DU PERSONNEL

UNITE - TRAVAIL - PROGRES  
\*\*\*\*\*  
وحدة - عمل - تقدم



جمهورية تشاد  
\*\*\*\*\*  
رئاسة الجمهورية  
\*\*\*\*\*  
وزارة الثروة الحيوانية  
\*\*\*\*\*  
مديرية بحوث الثروة الحيوانية  
للتنمية

N° 271/IRED/DAF/885/SP/2021

Visa : DPAE

## AUTORISATION DE STAGE

Dans le cadre de la mise en œuvre des activités du projet ACCEPT, les étudiants inscrits en Master 2 de Productions Animales de la faculté des Sciences Exactes et Appliquées de l'Université de N'Djaména cités ci-dessous ont été retenus et sont autorisés à effectuer un stage au sein dudit projet pour la période allant du 25 octobre 2021 au 25 février 2022.

Il s'agit de :

- 1) ZAKARIA AHMAT ADOUM, licencié en Biologie
- 2) DAWÉ KEBANG, licencié en Biologie
- 3) DJERMO TAI KISSAM, licencié en Biologie
- 4) DJEKOURBOAYOM HONORE, licencié en Biologie.

Cette autorisation leur est délivrée pour leur permettre d'avoir accès aux services de l'IRED et de bien mener leur stage sanctionné par le dépôt de mémoire de fin d'études.

Amplifications :

- Intéressés
- Divisions et Services IRED
- Coordination projet ACCEPT
- Bureaux et Archives



IRED Route de Farchu - BP 433 - N'Djaména - TCHAD Tél. (235) 252 74 75 & 252 74 76

### Coube de tension du traitement de 50% et 100% /45 jours

