

**République Algérienne Démocratique et Populaire**  
**Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique**  
**Université Mohamed Boudiaf - M'Sila**

**FACULTE SCIENCES**  
**DEPARTEMENT DES SCIENCES**  
**AGRONOMIQUES**  
N° : ...../ DSA / VCDPGR /2025



**DOMAINE : SCIENCES DE LA NATURE**  
**ET DE LA VIE**  
**FILIERE : SCIENCES**  
**AGRONOMIQUES**  
**OPTION : PRODUCTION VEGETALE**

Mémoire présenté pour l'obtention

Du diplôme de Master Académique

Par : **Bouacherine Ali** et **El bahi Achouak Fatima Zohra**

Intitulé

**« Introduction de *Chloris gayana kunth* comme  
nouvelle ressource fourragère en Algérie : étude  
d'adaptation agronomique en zone aride de  
Boussaâda »**

**Soutenu le 28 /09/2025 devant le jury composé de :**

<b>Madani Djamilia</b>	<b>MCA</b>	Université Med BOUDIAF - M'SILA	Président
<b>SAAD Ahmed</b>	<b>MCA</b>	Université Med BOUDIAF - M'SILA	Rapporteur
<b>Saied Said</b>	<b>Ing. Principal</b>	Direction des servies agricoles Djelfa	Co rapporteur
<b>Smaili Yasmina</b>	<b>MAA</b>	Université Med BOUDIAF - M'SILA	Examinatrice

**Année universitaire : 2024/2025**

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

# لإهداء



الحمد لله الذي بنعمته تتم الصالحات، وبفضله تنيسر الصعاب وتُفتح الأبواب.

إلى من وضع المولى -سبحانه وتعالى- الجنة تحت قدميها، ووقَّرها في كتابه العزيز، إلى من تعجز الكلمات عن وصفها  
(امي الحبيبة هني فتيحة).

إلى صاحب السيرة العطرة، والفكر المُستنير؛ إلى الرجل الذي زرع الاخلاق بداخلي و علمني الارتقاء

(والدي الحبيب الباهي محمد)، أطال الله في عُمره

إلى اخوتي (حبيبة وجيهان وعبد الرحمان)، الذين كانوا دعماً وسنداً لي في كل الأوقات اسأل الله ان يحفظهم و يجعل  
طريقهم مليئاً بالفرح و السعادة.

إلى جدي الغالية (جعفر البتول)، رحمها الله التي غادرت الحياة و لم تغادر قلبي إلى الروح الحنوننة التي كانت دائماً مصدر  
الدعم و السند إلى من كانت دعواتها تسبق خطواتي ... في يومي تخرجني افتقدك بشدة و اشعر ان هذا النجاح ينقصه  
حضورك.

و إلى جدي الحبيبة (بوهالي امباركة ) التي ساهمت في تربيتي و أمدنتني بالنصح والإرشاد، اطال الله في عمرها .

إلى من جمعني بها القدر فكانت لي اختاً لم تُلها امي صديقتي الوفية (كرميش جيهان)، اسأل الله ان يديم صداقتنا.

إلى استاذي الفاضل (احمد سعد)، الذي لم يبخل علي بالعلم والنصائح الذي كان لي قدوة ومثالاً يحتذى به في حب العلم  
والتعلم.

إلى رفيقتي (صبان نور الهدى) التي لم تبخل علي بالنصح والمساعدة.

إلى زميلي (بوعشرين علي) الذي شاركني في انجاز هذه المذكرة.

وأخيراً... إلى نفسي

التي صبرت وسهرت وتعثرت وقامت، بكت ثم مسحت دموعها، تعبت ولم تستسلم

أنا فخورة بك، وأعلم أن ما أنجزته اليوم هو ثمرة جهدي وصبرك.

# أشواق

# هداء



بسم الله الرحمن الرحيم

والصلاة والسلام على نبينا محمد وعلى المرسلين

إن الحمد لله نحمده و نستعينه , الحمد لله الذي بنعمته تتم الصالحات

أهدي هذا النجاح إلى والديّ الحبيبين نور حياتي والسند الثابت الذي لا ينفد مهما اشتدت التحديات , أبي السعيد وأمي يامنة خضار , أتوجه إليكما بأسمى آيات الإمتنان والمحبة فأنتم الأساس الذي نبني عليه هذا الانجاز , أهديكم ثمرة نجاحي وأسأل الله أن يطيل في عمركما.

إلى إخوتي الكبار كل باسمه رفقاء الدرب ومصدر إلهامي الدائم , اعبر لكم عن عظيم تقديري لوجودكم المستمر بجانبني .

إلى أختي الغالية وسندي الأستاذة حورية وابنتها راضية بوعشرين

إلى أخي العزيز الصادق

إلى من تشرفنا بتجربتنا في رحاب مزرعته صهري إبراهيم بن عطية وزوجته زكية وابنيهما تيم وعبد المؤمن وكل العائلة الكريمة

إلى الدكتورة خديجة بوشارب على كل الدعم المعنوي و المعرفي

إلى ابن عمي عمار بوعشرين

إلى زملائي في القسم , أنيس . محمد . إلى رفيقتي في البحث أشواق وكل أساتذتي أسرة العلوم الفلاحية

وأخيرا إهداء خاص إلى أصدقائي ورفقاء دربي أكرم بوغرارة و عبد الحق بن عمر , كل كلمات الشكر تقف عاجزة أمام ما قدمتموه لي من دعم وطاقة إيجابية كانت وقودا للاستمرار والمضي قدما .

# علي



# Remerciements

À nos chers professeurs,

Nous tenons, mon collègue et moi, à exprimer notre profonde gratitude à notre encadrant **Dr.Ahmed Saad** pour sa supervision remarquable et ses précieuses orientations, qui ont joué un rôle essentiel dans l'aboutissement de notre mémoire de fin d'études.

Nous remercions également le Co-encadrant **L'ingénieur principal en agronomie Saïd Saïed** pour son aide et son soutien.

Nous adressons aussi nos sincères remerciements aux Professeurs **Dr. Medani** et Mme. **Ismaili**, membres du jury, pour leurs remarques constructives et leurs contributions enrichissantes qui nous ont permis d'améliorer la qualité de ce travail.

Nos remerciements particuliers vont à Monsieur **Abderrahmane khelili Banouh**, pour sa générosité en nous offrant les semences qui ont constitué le point de départ de notre projet. Son geste a eu un impact décisif sur la réalisation de nos objectifs.

Nous remercions chaleureusement Monsieur **Ibrahim Ben Attia**, propriétaire de la ferme, pour son soutien constant et sa précieuse collaboration tout au long de la mise en œuvre du projet. Sa bienveillance nous a permis de surmonter les difficultés et d'atteindre la réussite.

Grâce à vous tous, nous avons appris que le dévouement et le partage sont les clés de l'excellence. Veuillez recevoir notre profonde considération et notre respect.

# Table des matières

Dédicaces	
Remerciements	
Liste des abréviations	
Liste des tableaux	
Liste des figures	

## Introduction Générale

### Chapiter1 : Synthèse bibliographique

<b>1-1 Cadre général de la morphogenèse des graminées</b> .....	84
<b>1-2 Principaux stades de développement des graminées (Poaceae)</b> .....	86
<b>1-3 Historique</b> .....	86
<b>1-4 Classification botanique</b> .....	88
<b>1-5 Utilisation de C. gayana</b> .....	88
<b>1-6 Importance de Rhodes Rhodes Grass</b> .....	89
<b>1-7 Description morphologique</b> .....	89
<b>1-8 Position des différentes parties de la plante d'herbe de Rhodes</b> .....	91
<b>1-9 Facteurs abiotiques</b> .....	92
<b>1-10 Facteur biotique</b> .....	92
<b>1-11 Les exigence pédologiques</b> .....	93
<b>1-11-1 Préparation du sol</b> .....	93
<b>1-11-2 Période de plantation</b> .....	93
<b>1-12 Taux de semis et méthodes de plantation</b> .....	94
<b>1-12-1 Implantation par semis</b> .....	94
<b>1-12-2 Implantation végétative</b> .....	94
<b>1-12-3 Production de Rhodes Grass</b> .....	95
<b>1-12-4 Fertilisation</b> .....	95

1-12-5 Fumier de ferme.....	96
1-12-6 Teneur en eau/humidité .....	97
1-13 Insectes nuisibles et ennemis naturels de <i>C. gayana</i> .....	97
1-15 Lutte contre les mauvaises herbes, les insectes, les ravageurs et les maladies.....	99
1-16 Rendement et qualité du fourrage .....	99
1-17 Variétés de Rhodes .....	100
1-18 Problèmes des ravageurs .....	101
1-20 Récolte et traitement post-récolte de Rhodes Grass.....	101
1-21 Tolérance au stress abiotique .....	102
1-22 Composantes du rendement économique de Rhodes Grass .....	103

## Chapitre 2 : Présentation de la région D'étude

2-1 Situation géographique de la région de BOUSSAADA .....	Erreur ! Signet non défini.
2-2 Le relief de région de Boussaâda .....	Erreur ! Signet non défini.
2-3 Réseaux hydrographique .....	Erreur ! Signet non défini.
2-4 Sol .....	Erreur ! Signet non défini.
2-5 Végétation .....	Erreur ! Signet non défini.
2-6 Géologie .....	Erreur ! Signet non défini.
2-7 Présentation de l'exploitation étudiée .....	Erreur ! Signet non défini.
2-7-1 La source de l'eau .....	Erreur ! Signet non défini.
2-7-2 Le système d'irrigation .....	Erreur ! Signet non défini.
2-7-3 La parcelle .....	Erreur ! Signet non défini.
2-8 Caractéristiques climatiques .....	Erreur ! Signet non défini.
2-8-1 La pluviométrie .....	Erreur ! Signet non défini.
2-8-2 Vent .....	Erreur ! Signet non défini.
2-9 Les paramètres climatiques .....	Erreur ! Signet non défini.
2-9-1 Indice de D. MARTONNE .....	Erreur ! Signet non défini.

2-9-2 Diagramme Ombrothèrmique de Gaussen et Bagnouls ..... Erreur ! Signet non défini.

2-9-3 Diagramme de L. EMBERGER ..... Erreur ! Signet non défini.

### Chapitre 3 : Matériel et Méthodes

3.1 Matériel végétal..... Erreur ! Signet non défini.

3.2 Matériel et équipements ..... Erreur ! Signet non défini.

3.2.1 Équipements de laboratoire ..... Erreur ! Signet non défini.

3.2.2, Matériel agricole ..... Erreur ! Signet non défini.

3.4. Protocole expérimental..... Erreur ! Signet non défini.

3.4.1 Évaluation de la qualité germinative au laboratoire.... Erreur ! Signet non défini.

3.4.2 Dispositif expérimental au champ ..... Erreur ! Signet non défini.

3.4.2.1 Plan expérimental ..... Erreur ! Signet non défini.

3.4.2.2 Dimensions des parcelles..... Erreur ! Signet non défini.

3.5 . Conduite de l'expérimentation ..... Erreur ! Signet non défini.

3.5.1.Préparation du terrain..... Erreur ! Signet non défini.

3.5.2 Fertilisation ..... Erreur ! Signet non défini.

3.5.3 Techniques de semis ..... Erreur ! Signet non défini.

3.5.3.1 Semis en ligne (Blocs A ) ..... Erreur ! Signet non défini.

3.5.3.2 Semis à la volée (Bloc B)..... Erreur ! Signet non défini.

3.5.4. Gestion de l'irrigation ..... Erreur ! Signet non défini.

3.5.5 Entretien de la culture ..... Erreur ! Signet non défini.

3.5.5.1 Désherbage ..... Erreur ! Signet non défini.

3.5.5.2 Surveillance phytosanitaire ..... Erreur ! Signet non défini.

3.6.Paramètres mesurés..... Erreur ! Signet non défini.

3.6.1 Phase d'établissement ..... Erreur ! Signet non défini.

3.6.2 Développement végétatif..... Erreur ! Signet non défini.

3.6.3 Système racinaire ..... Erreur ! Signet non défini.

3.6.4 Résistance au stress .....	Erreur ! Signet non défini.
3.6.5 Phase reproductive.....	Erreur ! Signet non défini.
3.6.6 Production fourragère .....	Erreur ! Signet non défini.
3.7. Analyse statistique .....	Erreur ! Signet non défini.

#### Chapitre 4: résultats et discussions

4.1. Évaluation de la qualité germinative des semences.....	Erreur ! Signet non défini.
4.1.1. Test de prégermination .....	Erreur ! Signet non défini.
4.1.2. Cinétique de germination .....	Erreur ! Signet non défini.
4.1.3. Indice de vigueur de semis (SVI) .....	Erreur ! Signet non défini.
4.2. Paramètres de croissance initiale au champ .....	Erreur ! Signet non défini.
4.3. Développement végétatif et reproduction .....	Erreur ! Signet non défini.
4.4. Taux de couverture du sol.....	Erreur ! Signet non défini.
4.5. Paramètres reproductifs.....	Erreur ! Signet non défini.
4.6. Phénologie de <i>Chloris gayana</i> dans les conditions de Bensroure....	Erreur ! Signet non défini.
4.7. Discussion générale .....	Erreur ! Signet non défini.
4.7.1. Corrélation entre qualité germinative et performances au champ	Erreur ! Signet non défini.
4.7.2. Comparaison des performances entre modes de semis	Erreur ! Signet non défini.
4.7.3. Évaluation comparative des modalités de semis de <i>Chloris gayana</i> en conditions steppiques algériennes.....	Erreur ! Signet non défini.
4.7.4. Importance stratégique dans le calendrier fourrager semi-aride..	Erreur ! Signet non défini.
4.7.5. Perspectives et recommandations .....	Erreur ! Signet non défini.
CONCLUSION GÉNÉRALE.....	Erreur ! Signet non défini.

Résumé

Abstract

الملخص

## Liste des abréviations

**PB:** protéines brutes PB

**MS :** matière sèche

**HARC :** Holeta Agricultural Research center

**PACMAD :** clade de graminées comprenant six sous familles : Paniceae, Andropogoneae, Chlorideae, Micraireae, Aristideae et Danthoneae.

**CASCADE :** Projet de renforcement des capacités pour la diffusion des meilleures pratiques agricoles fondées sur des données probantes en Éthiopie.

**CO<sub>2</sub> :** Dioxyde de carbone

**NPS :** Azote (N), Phosphore (P), Soufre (S)

**DIVMS :** Digestibilité in vitro de la matière sèche

**D-2,4:** 2,4-Dichlorophenoxyacetic acid-2,4

**C:** chloris

**NPS**

**N :** Azote (Nitrate)

**P :** Phosphore (Phosphate)

**S :** Soufre

**K =** Potassium (Kalium)

**INTA-Peman :** Collaboration entre l'Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA) et l'entreprise Peman, utilisée pour nommer des cultivars fourragers conjoints

**DI :** durée d'irrigation

**P** : précipitation

**T** : température

## Liste des tableaux

- Table 1:** la classification botanique de chloris gayana kunth.....88
- Table 2:** Insectes nuisibles et ennemis naturels de C. gayana.....98
- Table 3:** Répartition des températures moyennes annuelles Bou saada (2014-2023),...**Erreur ! Signet non défini.**
- Table 4:** Evolution de la pluviométrie durant de Bou saada (2014-2023)**Erreur ! Signet non défini.**
- Table 5:** Variation Moyennes annuelles de la vitesse du vent en m/s de Bou saada (2014-2023) .....**Erreur ! Signet non défini.**
- Table 6:** Classification des climats selon l'indice de De Martonne.**Erreur ! Signet non défini.**
- Table 7:** Valeur du quotient pluviométrique Q2 .....**Erreur ! Signet non défini.**
- Table 8:** Pourcentage de germination.....**Erreur ! Signet non défini.**

## Liste des figures

<b>Figure 1 :</b> Représentation schématique d'une herbe généralisée : les lignes vertes représentent les herbes primaires axes; les lignes bleues représentent les branches axillaires ; les flèches représentent les méristèmes indéterminés actifs .....	85
<b>Figure 2:</b> Principaux stades de développement des graminées fourragères.....	86
<b>Figure 3</b> Rhodes Grass (Chloris gayana) .....	87
<b>Figure 4:</b> Herbe de Rhodes, état stolonifère .....	90
<b>Figure 5:</b> a) Feuilles de la plante. b) État de floraison .....	90
<b>Figure 6 :</b> La graine de Rhodes Grass, La racine est pénétrante jusqu'à 4 à 5 m au dessous du sol.....	91
<b>Figure 7:</b> position des différentes parties de plante d'herbe de Rhodes.....	91
<b>Figure 8:</b> Associations fourragères entre graminée Rhodes et luzerne (Medicago sativa L.), .....	100
<b>Figure 9:</b> Carte de Bou Saada et ses environs.....	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>
<b>Figure 10:</b> Carte topographique de la zone d'étude .....	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>
<b>Figure 11:</b> Carte pédologique de la zone d'étude .....	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>
<b>Figure 12:</b> Carte géologique de la zone d'étude .....	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>
<b>Figure 13:</b> Situation géographique de l'exploitation .....	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>
<b>Figure 14:</b> Température annuelles moyennes de la région de Boussaâda durant la période 2014-2023 .....	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>
<b>Figure 15:</b> Température mensuelle moyenne de Bou saada (2014-2023)	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>
<b>Figure 16:</b> Répartition des précipitations annuelles en (mm) de la région de Boussaâda durant la période : 2014-2023 .....	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>
<b>Figure 17:</b> variation de la précipitation mensuelles de Bou saada (2014-2023).....	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>

**Figure 18:** Evolution des vents durant la période 2014-2023 à Bou saada, **Erreur ! Signet non défini.**

**Figure 19:** Les types et les directions des vents dans la région de Bou saada **Erreur ! Signet non défini.**

**Figure 20:** Diagramme ombrothermique de Bou saada ..... **Erreur ! Signet non défini.**

**Figure 21:** Position de la région de Bou saada dans le climagramme d'emberger période (2014-2023)..... **Erreur ! Signet non défini.**

**Figure 22:** Les graines de Chloris gayana..... **Erreur ! Signet non défini.**

**Figure 23:** Balance de précision..... **Erreur ! Signet non défini.**

**Figure 24:** Tracteur.....50

**Figure 25:** Mètre ruban ..... **Erreur ! Signet non défini.**

**Figure 26:** Dispositif expérimental au champ..... **Erreur ! Signet non défini.**

**Figure 27:** protocole expérimental de Rhodes Grass ..... **Erreur ! Signet non défini.**

**Figure 28:** Le travail du sol ..... **Erreur ! Signet non défini.**

**Figure 29:** fertilisation organique ..... **Erreur ! Signet non défini.**

**Figure 30:** Techniques de semis (Semis en ligne)..... **Erreur ! Signet non défini.**

**Figure 31:** Irrigation par aspersion..... **Erreur ! Signet non défini.**

**Figure 32:** Mesure de la hauteur.....56

**Figure 33:** Les plantules au champ ..... **Erreur ! Signet non défini.**

**Figure 34:** La hauteur des plants chaque semaine ..... **Erreur ! Signet non défini.**

**Figure 35:** La longueur et le nombre des stolons..... **Erreur ! Signet non défini.**

**Figure 36 :** La profondeur d'enracinement.....58

**Figure 37:** La biomasse racinaire après ..... **Erreur ! Signet non défini.**

**Figure 38:** La longueur des épis.....58

**Figure 39:** La production de graines ..... **Erreur ! Signet non défini.**

**Figure 40:** Le rendement en.....59

**Figure 41:** Le rendement en ..... **Erreur ! Signet non défini.**

**Figure 42:** test prégermination..... **Erreur ! Signet non défini.**

- Figure 43:** courbe sigmoïde de la cinétique de germination. ....**Erreur ! Signet non défini.**
- Figure 44:** mesure de la longueur de la racine et la longueur du coléoptile après 10 jours de .....**Erreur ! Signet non défini.**
- Figure 45:** Évolution de la densité de levée (nombre de plantes par m<sup>2</sup>) selon le mode de semis. ....**Erreur ! Signet non défini.**
- Figure 46:** Évolution de la hauteur des plantules (cm) en fonction du mode de semis. ....**Erreur ! Signet non défini.**
- Figure 47:** Nombre de feuilles par mode de semis et densité. ....**Erreur ! Signet non défini.**
- Figure 48:** Évolution du nombre de stolons.....**Erreur ! Signet non défini.**
- Figure 49:** Longueur des stolons (cm). ....**Erreur ! Signet non défini.**
- Figure 50:** Diamètre des touffes (cm). ....**Erreur ! Signet non défini.**
- Figure 51:** Évaluation visuelle du taux de couverture du sol (%).**Erreur ! Signet non défini.**
- Figure 52:** Nombre d'inflorescences par m<sup>2</sup>.....**Erreur ! Signet non défini.**
- Figure 53:** Longueur des racèmes (cm). ....**Erreur ! Signet non défini.**
- Figure 54:** Production de semences (g).....**Erreur ! Signet non défini.**
- Figure 55:** Évolution de repousse du *Chloris gayana* après coupe.**Erreur ! Signet non défini.**
- Figure 56:** Chronogramme phénologique de *Chloris gayana*. ....**Erreur ! Signet non défini.**
- Figure 57:** calendrier fourrager zone semi-aride Algérienne.....**Erreur ! Signet non défini.**



Introduction

Générale

### Introduction Générale

À l'échelle mondiale, les terres consacrées à l'élevage s'étendent sur environ 3,5 milliards d'hectares, représentant près de 70 % des superficies agricoles (**Klein et al., 2014**).

La demande en produits d'origine animale ne cesse d'augmenter, en particulier dans les zones arides et semi-arides (**Klein et al., 2014**).

La production fourragère, qui joue un rôle fondamental dans le développement durable des régions chaudes, constitue un facteur clé de la performance des systèmes d'élevage et occupe une place essentielle dans les systèmes intégrés cultures–élevage et agro écologiques (**Klein et al., 2014**).

Les fourrages sont cultivés pour répondre, quantitativement et qualitativement, aux besoins alimentaires des animaux herbivores. Le choix des cultures dépend du type de prairie (permanente ou temporaire), des espèces cultivées (graminées, légumineuses, crucifères, etc.), et de leur mode d'utilisation (pâturage, foin, ensilage) (**Huyghe, 2003**).

En Algérie, malgré l'importance du secteur de l'élevage, la superficie des parcours n'a cessé de régresser depuis la période coloniale, et les cultures fourragères n'ont jamais occupé la place stratégique qu'elles méritent.

Les productions animales sont confrontées à un double défi :

une demande croissante en protéines animales, et une offre fourragère limitée, contrainte par la faible pluviométrie et la variabilité climatique (**Abdelguerfi et al., 2008**).

L'amélioration de la production laitière et de viande, ainsi que la réduction de la dépendance aux importations, passent nécessairement par le développement de cultures fourragères adaptées et performantes.

De telles initiatives contribueraient à renforcer la sécurité alimentaire et à rendre l'agriculture plus rentable (**Amrouni, 2020**).

Plusieurs voies d'amélioration sont envisageables :

- Utilisation de semences de qualité,
- Amélioration des systèmes d'irrigation,

## INTRODUCTION GENERALE

---

- Fertilisation raisonnée des sols,
- Rotation et diversification des cultures,
- Sélection d'espèces tolérantes à la sécheresse.

La région de Bou Saâda, située dans la zone aride algérienne, fait face à de nombreux défis liés à la disponibilité des ressources fourragères.

Réputée pour l'élevage ovin et bovin, elle dépend fortement des cultures fourragères locales pour assurer une alimentation suffisante du cheptel.

Pour répondre aux besoins croissants en produits animaux tout en maintenant la durabilité des systèmes d'élevage, il devient crucial d'améliorer les pratiques culturales : introduction de variétés résistantes à la sécheresse, irrigation adaptée, et adoption de techniques de conservation (ensilage, foin, etc.).

Les espèces fourragères appartiennent principalement à trois familles botaniques :

- Légumineuses : luzerne, trèfle, bersim, gesse,
- Crucifères : moutarde, navette, colza (**Saad, 2023**).

Cependant, durant la saison sèche, la qualité du fourrage diminue, notamment la teneur en protéines brutes, ce qui affecte la productivité et la reproduction des animaux (**Jamil et al., 2024**).

Dans ce contexte, *Chloris Gayana* (*Rhodes grass*) se distingue comme une espèce prometteuse.

C'est une graminée de type C4, dotée d'une efficacité photosynthétique élevée et d'un excellent rendement en biomasse, même sous des conditions climatiques arides.

Elle présente :

- une bonne appétence,
- une teneur intéressante en protéines au stade jeune,
- une tolérance remarquable à la sécheresse et à la salinité (**Urgesa, L. (2024)**).

Ces atouts font de *Chloris Gayana* une ressource stratégique pour améliorer la disponibilité fourragère et renforcer la résilience des systèmes d'élevage dans les zones arides.

# INTRODUCTION GENERALE

---

## Problématique

Dans les zones arides, la réussite de l'introduction d'une nouvelle espèce fourragère ne dépend pas uniquement de sa capacité d'adaptation aux conditions climatiques, mais également des pratiques culturales mises en œuvre.

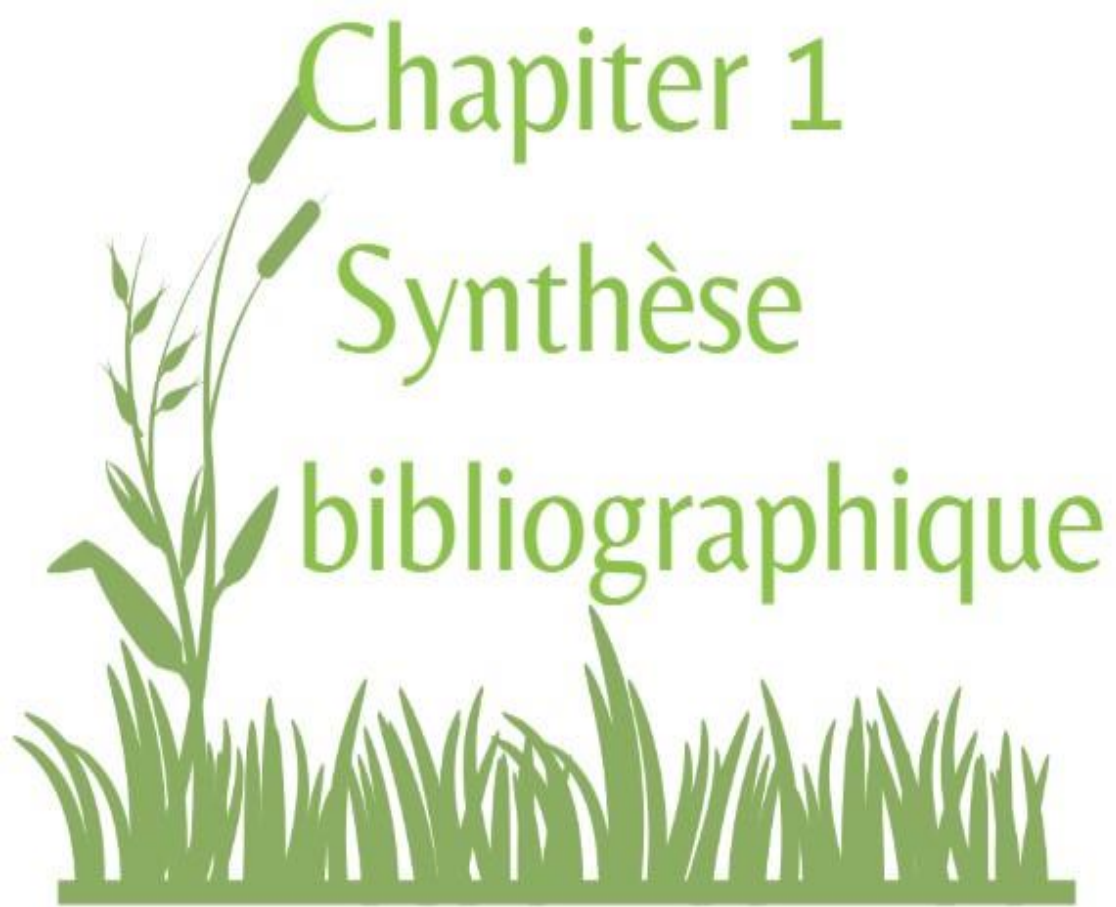
Dans ce contexte, il devient essentiel d'évaluer dans quelle mesure *Chloris Gayana* peut s'adapter aux conditions édapho-climatiques arides de la région de Boussaâda et contribuer à l'amélioration de la disponibilité fourragère, tout en identifiant la méthode de semis la plus appropriée pour optimiser sa croissance et sa production dans ces conditions.

1. **Hypothèse 1** : *Chloris gayana* possède une bonne capacité d'adaptation aux conditions édapho-climatiques arides de la région de Boussaâda grâce à son métabolisme photosynthétique de type C4.
2. **Hypothèse 2** : Les conditions édaphiques (nature du sol) et climatiques locales influencent significativement la croissance et la production de *Chloris gayana*.
3. **Hypothèse 3** : La méthode de semis adoptée a un effet déterminant sur les performances agronomiques de *Chloris gayana* (taux de levée, densité de peuplement, rendement en biomasse).

## Organisation du mémoire

Le présent mémoire est structuré en quatre chapitres principaux :

- Le premier chapitre est consacré à la synthèse bibliographique, qui présente une définition générale et complète de l'espèce *Chloris gayana* ainsi que son importance agronomique.
- Le deuxième chapitre porte sur la présentation de la région d'étude, en décrivant ses caractéristiques géographiques, climatiques et édaphiques.
- Le troisième chapitre est dédié aux matériels et méthodes utilisés au cours de l'expérimentation, en détaillant les dispositifs mis en place et les paramètres mesurés.
- Enfin, le quatrième chapitre présente les résultats obtenus et leur discussion, afin d'interpréter les observations et d'en dégager les conclusions principales.

A stylized green illustration of a plant with a central stem, several leaves, and two seed pods. The plant is positioned on the left side of the page, with its base resting on a horizontal line representing the ground. The text is overlaid on the right side of the plant.

# Chapiter 1

## Synthèse

### bibliographique

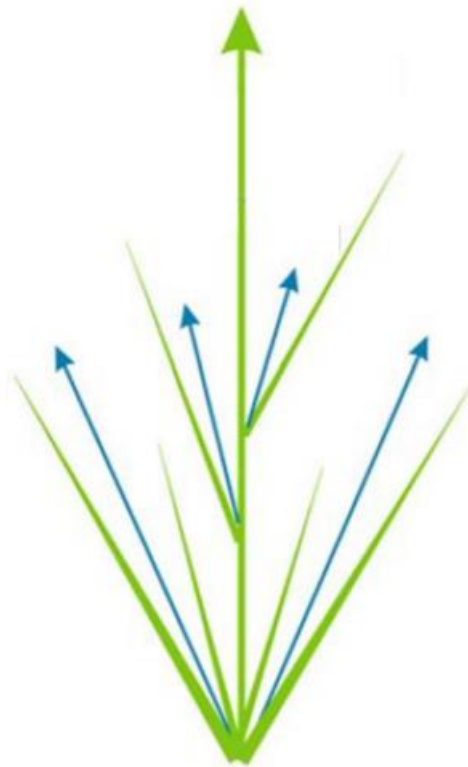
### Chapiter1 : Synthèse bibliographique

#### 1-1 Cadre général de la morphogenèse des graminées

La production d'herbe dans la prairie résulte de la somme des processus se produisant au niveau individuel des plantes. Il est donc possible d'intégrer les réponses de la croissance des plantes individuelles pour en déduire des informations à l'échelle de la communauté. L'accumulation d'herbe est régulée par des facteurs environnementaux et par la croissance morphogénétique des plantes. Dans ce contexte, les graminées sont essentiellement des structures organisées de manière modulaire. L'unité élémentaire est le phytomère, différencié par un méristème apical commun. Chaque phytomère génère potentiellement des branches, et les branches construisent des systèmes de ramification de manière hiérarchique.

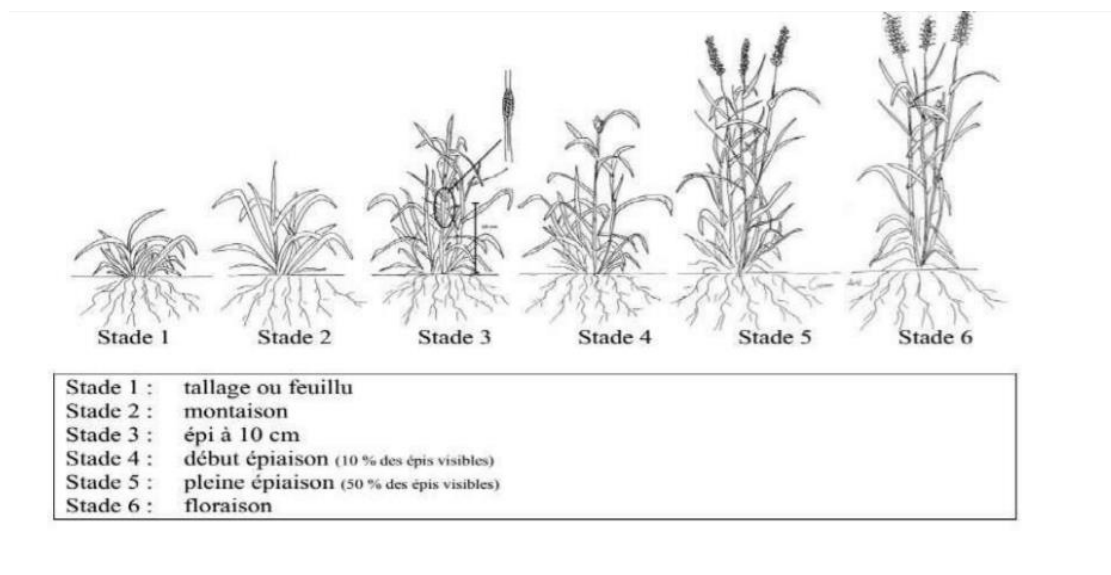
Le développement des pousses suit une séquence d'événements bien définie, commençant par l'initiation des feuilles. La croissance foliaire débute par la production de cellules qui encerclent le dôme apical dans les couches externes du méristème apical des pousses. Les cellules se développent ensuite par expansion cellulaire, de sorte que la durée et la vitesse de cette expansion cellulaire affectent la surface foliaire finale. Une fois qu'un primordium foliaire est initié au niveau du méristème apical, sa croissance suit un schéma sigmoïde, décrit en quatre phases. La première phase suit un schéma exponentiel : le primordium entier constitue une zone de division homogène et la longueur cellulaire reste constante. La deuxième phase voit une accélération brutale du taux d'élongation relative, les cellules cessant de se diviser et formant la zone d'élongation seule. Troisièmement, les cellules cessent de s'allonger et entrent dans la zone de maturité, ce qui assure une stabilité relative du taux d'élongation foliaire. Finalement, la zone de croissance régresse et donne naissance à la phase de disparition progressive de l'élongation. La différenciation des phytomères se poursuit tant que le méristème apical reste à l'état végétatif, donnant naissance à une série de primordiums foliaires à des stades de développement progressifs (Figure 1). La morphogenèse végétale peut être définie comme la dynamique de génération et d'expansion de la forme végétale dans l'espace. Elle s'exprime par le rythme d'apparition et d'expansion des organes végétaux, ainsi que par leur taux de disparition par sénescence.

Conceptuellement, la morphogenèse est un continuum de processus de différenciation, de croissance, de sénescence et de mort, conduisant à l'acquisition de sa forme par un organe ou un organisme, (Silva, 2018).



**Figure 1** : Représentation schématique d'une herbe généralisée : les lignes vertes représentent les herbes primaires axes; les lignes bleues représentent les branches axillaires ; les flèches représentent les méristèmes indéterminés actifs, (Silva, 2018).

### 1-2 Principaux stades de développement des graminées (Poaceae) :



**Figure 2:** Principaux stades de développement des graminées fourragères, (Cremer, 2014).

### 1-3 Historique :

*Chloris gayana* a été cultivée pour la première fois en Afrique du Sud vers 1895, en Australie vers 1902, puis aux États-Unis un an plus tard. Aujourd'hui, elle est largement cultivée comme plante fourragère dans de nombreuses régions du monde, ([seedidguide.idseed.org](http://seedidguide.idseed.org)). L'herbe de Rhodes (*Rhodes grass*) a été introduite en Éthiopie en 1984 par le Centre de recherche agricole de Holeta (HARC), où elle a été décrite par le centre sous le nom de variété « Masaba », (Anteneh, 2020).

Bien qu'aucune datation moléculaire ne soit disponible concernant la divergence évolutive de *C. gayana* par rapport aux autres espèces de graminées, cette espèce appartient à la sous-tribu Eleusininae, dont l'origine remonte à environ 22 millions d'années. Le parent le plus proche connu de *C. gayana* est *Chloris virgata*, qui aurait divergé d'une autre espèce du genre *Chloris* il y a environ 3,6 millions d'années, (Maybery-Reupert *et al.*, 2023).

Cette graminée doit son nom à un Sud-Africain, Cecil Rhodes, qui en a popularisé l'usage à la fin du XIX<sup>e</sup> siècle, (Bett, 2016). Elle est également connue sous les noms de « doigts de plumes », « herbe de Rhodes » ou « herbe de Rhodes à cime plumeuse », car elle est étroitement apparentée à *Chloris virgata*, (Maybery-Reupert *et al.*, 2023).

*Chloris gayana* est considérée comme un membre du clade PACMAD, qui regroupe toutes les graminées en C4, l'herbe de Rhodes (*Chloris gayana*) appartient à la tribu des Cynodonteae, au sein de la sous-famille Chloridoideae. Parmi les 850 espèces reconnues de

## INTRODUCTION GENERALE

---

*Cynodonteae*, seules quatre disposent actuellement d'un génome complet ou d'un brouillon de séquençage génomique, (Maybery-Reupert *et al.*, 2023)

C'est une graminée stolonifère formant un tapis dense, (Bett, 2016). reconnue pour sa grande polyvalence et sa remarquable capacité d'adaptation. Cette espèce naturellement variable comprend des types diploïdes et tétraploïdes : les premiers sont généralement d'origine subtropicale et tolérants au froid, tandis que les seconds sont plutôt tropicaux. À partir de ces types, de nombreuses variétés cultivées ont été développées, offrant un large éventail d'utilisations, notamment pour le pâturage, la production de foin et d'ensilage, ainsi que pour la stabilisation et la réhabilitation des sols ,(seedidguide.idseed.org ).

Exportée au début du XX<sup>e</sup> siècle, *C. gayana* est aujourd'hui principalement cultivée dans les zones tropicales et subtropicales à travers le monde . Sa vaste répartition en Afrique, son continent d'origine, ainsi que sa présence dans des régions non indigènes, témoignent d'un fort potentiel d'adaptation environnementale, avec une capacité à proliférer dans une grande diversité de types de sols, (Maybery-Reupert *et al.*, 2023).



**Figure 3** Rhodes Grass (*Chloris gayana*), (Bilgin et Avci, 2020).

## INTRODUCTION GENERALE

### 1-4 Classification botanique :

Connue sous le nom commun d'herbe de Rhodes, elle appartient au règne des Plantae, ordre des *Poales*, famille des *Poacées*, sous-famille des *Chloridoideae*, genre *Chloris* et espèce *C. gayana*. Graminée tropicale à photosynthèse C4, comme le maïs et la canne à sucre, l'herbe de *Rhodes* utilise efficacement le rayonnement solaire et l'humidité du sol pour accumuler rapidement une quantité relativement importante de biomasse, (Anteneh, 2020).

**Table 1:** la classification botanique de *Chloris gayana* Kunth, (Anteneh, 2020).

règne	Plantae
ordre	Poales
famille	Poacées
sous-famille	Chloridoideae
genre	Chloris
espèce	<i>C. gayana</i> .

### 1-5 Utilisation de *C. gayana* :

Le *Rhodes grass* (*Chloris gayana*) est une plante fourragère couramment utilisée pour les herbivores, le bétail et les ruminants. Il n'est pas adapté à l'ensilage, mais peut être fauché et utilisé pour la production de foin ou comme pâturage. Plusieurs cultivars ont été développés par sélection variétale : certains, de type prostré, sont adaptés au pâturage, tandis que d'autres, à port dressé, sont plus appropriés pour la production de foin, (Mashli, 2022).

De plus, *C. gayana* joue un rôle significatif dans l'amélioration de la fertilité du sol et de sa structure générale, notamment en empêchant la prolifération des nématodes. Ces derniers sont des vers vivant dans le sol, causant de graves dégâts aux racines, aux tiges et à d'autres parties des plantes, en perçant la paroi cellulaire, ce qui inhibe la croissance végétale. Le *Rhodes grass* constitue l'un des meilleurs remèdes contre ces nuisibles, contribuant ainsi à la stabilité et à la qualité du sol, (Mashli, 2022).

En outre, cette graminée est utilisée comme culture de couverture pour améliorer la santé des sols en réduisant l'érosion et en augmentant la disponibilité de l'eau. Ce processus protège le sol contre les agents pathogènes et favorise la biodiversité. Une couverture de trois mois peut facilement être assurée par *C. gayana* entre deux cultures. Des recherches ont démontré son rôle important dans la réduction de la température du sol pendant les périodes chaudes,

## INTRODUCTION GENERALE

---

ainsi que dans l'amélioration de la capacité de rétention d'eau et de l'infiltration, (**Mashli, 2022**).

Grâce à sa capacité à s'étendre et à pénétrer le sol, *C. gayana* contribue à la stabilisation des sols, notamment ceux touchés par l'exploitation minière. Des études expérimentales ont confirmé sa capacité à restaurer les sols australiens dégradés par l'activité minière.

De même, à Hawaï, il est courant que les agriculteurs utilisent cette herbe pour produire du paillis et prévenir l'érosion causée par le vent ou la sécheresse. Riche en matière organique, elle sert également de lit de semence pour certaines cultures comme le chou, l'oignon, l'aubergine et d'autres plantes horticoles. Un rapport publié en 2007 dans le Queensland (Australie) a révélé que *C. gayana* produisait rapidement et abondamment des graines dans les forêts tropicales, créant ainsi un habitat fertile favorable à la flore indigène. Une autre étude a montré que *C. gayana* est un concurrent des mauvaises herbes estivales, contribuant ainsi à limiter leur développement, (**Mashli, 2022**).

### **1-6 Importance de *Rhodes Grass* :**

L'herbe de Rhodes est principalement utilisée comme fourrage pour le bétail. De nombreux agriculteurs la cultivent sur des sols pauvres en raison de son fort taux de survie, puis la vendent sur le marché comme fourrage. Elle est également cultivée pour maintenir la structure du sol et le protéger contre l'érosion, contribuant ainsi à préserver la qualité des terres agricoles destinées à d'autres cultures.

Elle est souvent séchée pour être transformée en foin, disponible pour le bétail pendant la saison sèche, lorsque les pâturages sont pauvres. La valeur nutritive du foin est améliorée lorsqu'elle est coupée et séchée avant la floraison.

Grâce à sa teneur élevée en protéines (9 à 12 %), l'herbe de Rhodes constitue un excellent aliment pour le bétail. Elle peut également être associée à d'autres cultures, comme les légumineuses et la luzerne, afin d'améliorer les rendements globaux. Elle offre en outre un bon rendement en graines (145 à 195 kg/ha), ce qui représente une source de revenus supplémentaires grâce à la vente des semences, (**Anteneh, 2020**).

### **1-7 Description morphologique:**

C'est une graminée vivace cespiteuse, pouvant atteindre 1 à 2 mètres de haut à maturité, qui se propage par des stolons arqués formant de nouvelles plantes tout au long des tiges

## INTRODUCTION GENERALE

---

rampantes. L'herbe de Rhodes est une graminée vivace stolonifère, rampante ou parfois cespiteuse, avec une tige fine et feuillue.



**Figure 4:** Herbe de Rhodes, état stolonifère, (Bilgin et Avci, 2020).

Elle se développe par des stolons en formant des touffes et peut s'étendre en peuplements monospécifiques étendus. Les tiges sont lisses et brillantes : les tiges rampantes ont un diamètre de 0,4 à 0,5 cm, tandis que les tiges dressées mesurent de 0,2 à 0,4 cm de diamètre. L'inflorescence est une panicule digité ou subdigité comportant de 3 à 20 épillets, chacun mesurant de 4 à 15 cm de long. Les épillets à deux arêtes sont généralement bien développés au centre de chaque épillet. Ils mesurent de 0,3 à 0,5 cm de long, avec deux à cinq fleurons imbriqués le long du rachis central.



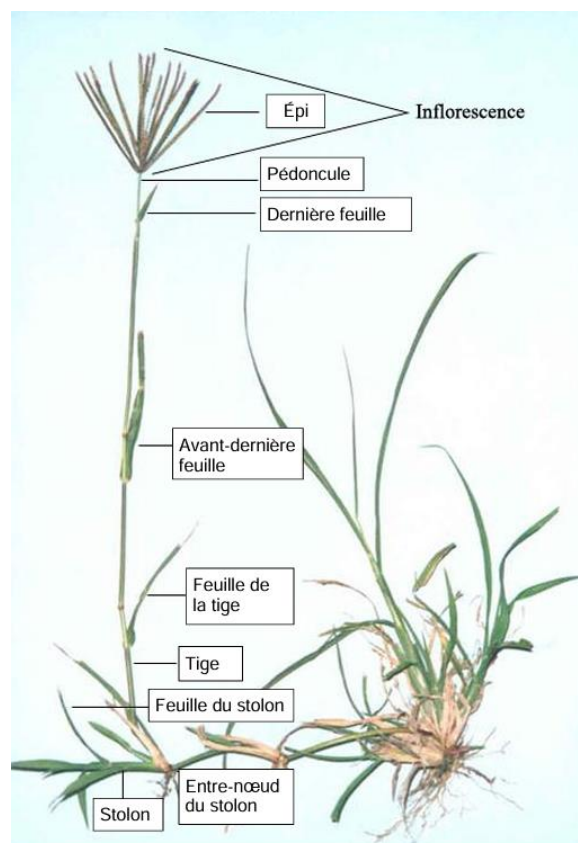
**Figure 5:** a) Feuilles de la plante. b) État de floraison, (Bilgin et Avci, 2020).

Les feuilles sont glabres, mesurent de 15 à 50 cm de long et de 0,3 à 0,9 cm de large, se terminant en pointe. Les panicules (têtes de graines) forment principalement un cercle unique de rayons de couleur vert brunâtre clair, (Anteneh, 2020).



**Figure 6 :** La graine de *Rhodes Grass*, (Bilgin et Avci, 2020) La racine est pénétrante jusqu'à 4 à 5 m au dessous du sol, (Raherlah et al., 2022).

### 1-8 Position des différentes parties de la plante d'herbe de Rhodes:



**Figure 7:** position des différentes parties de plante d'herbe de *Rhodes*, (De Rhodes et al., 2014).

## INTRODUCTION GENERALE

---

### 1-9 Facteurs abiotiques :

Le *Rhodes Grass* pousse sur une grande variété de sols, des argiles aux limons sableux. Il ne s'adapte pas bien aux argiles très lourdes, mais il pousse bien sur les sols meubles, comme ceux issus de cendres volcaniques. Le pH du sol pour le *Rhodes Grass* se situe entre 5,0 et 8,3, mais peut pousser dans des sols dont le pH varie de 4,5 à 10, (**Duke, 2021**).

mais des problèmes d'implantation ont été signalés sur des sols très acides. La plante présente une grande tolérance à la salinité et peut accumuler de grandes quantités de sodium sans danger, (**Valenzuela et Smith, 2002**). ce qui rend l'herbe de *Rhodes* particulièrement précieuse dans les pâturages irrigués. De plus, *Chloris gayana* est tolérant au lithium, mais sensible aux teneurs en manganèse et en magnésium des sols.

le *rhodos gayana* tolérante une saison sèche allant jusqu'à six mois grâce à ses racines profondes qui permettent de survivre, et même jusqu'à 15 jours d'inondation.

L'herbe de *Rhodes* pousse dans différentes conditions climatiques à travers le monde et a été signalée dans des régions où les températures annuelles varient de 16,5 °C à plus de 26 °C, avec un rendement maximal à 30 °C/25 °C (températures jour/nuit) En revanche, l'herbe de *Rhodes* peut être cultivée avec succès sous des précipitations annuelles moyennes plus faibles (< 500 mm) et des températures extrêmes (entre 5 °C et 50 °C), (**Bilgin et al, 2020**).

Innovative approaches in meadow-rangeland and forage crops.). Cette plante herbacée réagit bien à l'irrigation, mais ne supporte pas l'ombre, (**Valenzuela et Smith, 2002**). aussi cette herbe peut être très utile aux agriculteurs pauvres des régions tropicales, car elle présente une tolérance modérée à l'aluminium et peut survivre avec de faibles précipitations. Son entretien nécessite moins de main-d'œuvre, Souvent cultivé pour augmenter la productivité et réduire l'érosion des sols sableux infertiles, le *rhodos grass* exploite efficacement l'humidité du sol et le rayonnement solaire pour produire rapidement plus d'herbe, (**Duke, 2021**).

### 1-10 Facteur biotique :

**CASCADE (2015)** a signalé que des ravageurs tels que la chenille légionnaire (*Spodoptera frugiperda*) peuvent attaquer Pâturage d'herbe de *Rhodes*. Les champignons suivants ont été signalés sur herbe de *Rhodes* : *Aspergillus flavus*, *Cerebella andropogonis*,

## INTRODUCTION GENERALE

---

*Cladosporium sp.*, *Claviceps sp.*, *Cochliobolus hétérostrophus*, *Fusarium equiseti*, *F. oxysporum*, *Helminthosporium carbonum*, *Himaydis sp.*, *Nigrospora sphaerica*, chlorures de *Puccinia*, *Pythium aphanidermatum*, chlorures de *Tolyposporium*, *Trichoderma sp.*, et

*Uromyces kenyensis*. *Striga lutea* et *S. asiatica* parasitent cette plante.

Les nématodes isolés du *Rhodes Grass* comprennent : *Helicotylenchus*

*dihystera*, *H. nannus*, *H. pseudorobustus*, *H. cavenessi*, *Hemicycliphora truncata*, *Hoplolaimus pararobustus*, *Meliodognye acronea*, *M. incognita acrita*, *M. javanica*, *Pratylenchus brachyurus*, *Rotylenchulus reniformis*, *Scutellonema clathricaudatum*, *Trichodorus minor*, *Tylenchus spiralis*, *Xiphinema elongatum*, *X. ifacolum*. Parmi les insectes nuisibles, on compte la chenille légionnaire d'automne (*Spodoptera frugiperda*) et les chenilles de *Mocis latipes*, toutes deux faciles à contrôler par des insecticides. En Ouganda, des thrips ont endommagé les semences du *Rhodes Grass*, (Allah et Bello, 2019).

### 1-11 Les exigences pédologiques :

#### 1-11-1 Préparation du sol

*Rhodes* nécessite un terrain bien préparé et un champ labouré. Il faut labourer le sol deux à trois fois pour obtenir un lit de semis fin et nivelé, puis une fois pour obtenir un lit de semis fin, puis labourer à nouveau lorsque les adventices ont levé afin de réduire la concurrence lors de l'implantation. La multiplication peut se faire par voie végétative ou à partir de graines semées en surface à une profondeur maximale de 2 cm, puis roulées pour assurer un bon contact entre les graines et le sol. Les graines de gazon de *Rhodes* sont légères et duveteuses, ce qui les rend difficiles à manipuler. C'est pourquoi la plupart des graines sont désormais vendues enrobées. Pour les graines non enrobées, utilisez un support pour améliorer le passage dans le semoir. Un lit de semis bien préparé favorise la germination des graines, la levée et la croissance des plantules ; il est préférable de le cultiver en peuplement pur, (Anteneh, 2020).

#### 1-11-2 Période de plantation

La plantation doit être effectuée au début de la principale saison des pluies, lorsque le sol est suffisamment humide pour favoriser la germination et l'établissement. Les graines germent dans les 7 jours suivant la plantation. Un semis trop profond entraînera un échec ou une mauvaise germination. Les graines de *Rhodes* germeront dans des conditions légèrement plus

## INTRODUCTION GENERALE

---

fraîches que la plupart des graminées estivales. Il est possible de semer au milieu ou à la fin de l'été, mais cela raccourcit la période de croissance la première saison.

Les semis de racines doivent être plantés au début de la saison des pluies, lorsque le sol est humide, (**Anteneh, 2020**).

### 1-12 Taux de semis et méthodes de plantation

#### 1-12-1 Implantation par semis

Le rhodos peut être établi végétativement (division des racines) ou à partir de graines. Le taux de semis varie en fonction de la qualité des graines (germination et pureté), de la méthode de semis, des conditions environnementales et de la préparation du sol. En général, le taux de semis devrait être compris entre 3 et 15 kg par ha, compte tenu des facteurs précédents. Un taux de semis élevé est généralement important dans les zones plus fraîches et en altitude. Les graines doivent être semées en surface, à une profondeur maximale de 2 cm. Le rhodos peut être semé en lignes ou à la volée. Pour la semis à la volée, les graines peuvent être mélangées à de la terre ou du sable. Après le semis, il faut recouvrir le sol d'une terre légère à l'aide de branches d'arbres. Il est également possible de semer les graines et de les tasser légèrement en conduisant des animaux avant et après le semis. Cependant, si la main-d'œuvre est disponible, le rhododendron peut être semé en lignes. Dans ce cas, l'espacement entre les lignes doit être de 20 cm. La plantation doit être effectuée lorsque le sol est humide. Il faut veiller à répartir uniformément les graines sur le sol préparé, (**Anteneh, 2020**).

La méthode traditionnelle pour planter le Rhodes Grass consiste à mélanger les graines avec de l'engrais et à utiliser un épandeur pour épandre l'engrais. Ne laissez pas reposer le mélange plus d'une journée, car les sels fertilisants pourraient endommager les graines. Appliquez le moins d'engrais possible, l'objectif principal étant de disperser les graines, (**Valenzuela et Smith, 2002**).

#### 1-12-2 Implantation végétative

Plantez les boutures ou les stolons à raison de 40 à 80 boisseaux par acre (16 à 23 ha) avec un espacement maximal de 0,9 m x 0,9 m. L'établissement est optimal dans un lit de semence bien préparé. Les zones à planter doivent être humides et irriguées, car les brins et les plants nouvellement établis sont sensibles à la sécheresse. La croissance initiale et l'établissement du rhodes grass semé directement étant lents par rapport à ceux des graminées à croissance plus rapide comme l'avoine ou le sorgho, il est important de sélectionner des

## INTRODUCTION GENERALE

---

champs relativement exempts de mauvaises herbes. Un désherbage sera nécessaire au début, avant d'obtenir une couverture végétale complète, (Valenzuela *et Smith*, 2002).

### 1-12-3 Production de Rhodes Grass

Des recommandations concernant l'espacement des cultures sont nécessaires, car un surpeuplement des cultures peut réduire les rendements et la qualité des fruits en raison de la concurrence pour la lumière et les nutriments du sol. Lorsque les cultures sont plantées trop près les unes des autres, il peut être difficile pour l'agriculteur de se déplacer, de pulvériser des pesticides ou d'inspecter les cultures sous serre. Un espacement approprié permet à l'agriculteur de maintenir la densité de peuplement requise, ce qui ne nuit pas à la qualité et à la quantité du fourrage obtenu.

Il a été constaté que les graminées ont un rendement en graines plus élevé avec un espacement espacé qu'avec un espacement rapproché, grâce à la réduction de la concurrence végétale.

Un espacement de 25 cm × 85 cm, parmi les espacements de 25 cm × 85 cm, 50 × 85 cm et 75 × 85 cm, a donné les rendements les plus élevés en matière fraîche et sèche, soit 25,54 et 11,28 tonnes/ha de sorgho d'almum, lors d'une expérience menée pour évaluer l'influence de l'espace de plantation sur les rendements en biomasse et la composition nutritionnelle de l'herbe Columbus irriguée par les eaux pluviales. L'auteur a également signalé qu'un espacement plus large entre et dans les rangs, de 75 cm et 100 cm, a permis d'obtenir les rendements en matière sèche les plus élevés de *Vignaunguiculata* L. Walp var. Kanannado dans la région semi-aride du nord-ouest. Dans leur rapport, Allah et Bello (2019) ont suggéré la culture de l'herbe de *Rhodes* à 120 kg N/ha et un espacement entre les rangs de 30 cm, (Christopher, 2020).

### 1-12-4 Fertilisation

Une carence en azote peut avoir des effets néfastes importants sur le développement et le rendement des cultures.

La croissance est ralentie et les feuilles deviennent chlorotiques, car le manque d'azote limite la synthèse des protéines et de la chlorophylle. Ce manque de chlorophylle inhibe la capacité de la plante à assimiler le CO<sub>2</sub> et à synthétiser les glucides, ce qui entraîne une floraison et une fructification médiocres et prématurées, et un raccourcissement du cycle de croissance. Les plantes carencées en azote réagissent rapidement à l'apport d'engrais azotés s'il est appliqué correctement et au bon moment. L'application de doses élevées de fertilisation

## INTRODUCTION GENERALE

---

azotée a permis d'obtenir un rendement extrêmement élevé de l'herbe de Rhodes, et un effet curvilinéaire des doses d'application d'azote sur le rendement des graminées a été observé dans les régions tropicales et subtropicales.

En général, les graminées ont des besoins élevés en N, P et K. Ces nutriments doivent être appliqués au moment du semis, après chaque coupe ou pâturage. Outre l'amélioration de la biomasse, l'application d'engrais améliore à la fois la valeur nutritive et le rendement. L'herbe de Rhodes présente une réponse accrue au phosphore dans certaines zones et, généralement, une réponse linéaire spectaculaire à l'azote en présence de phosphore et de potassium adéquats, tant au niveau du rendement que de la teneur en protéines brutes.

Des applications fractionnées après chaque coupe ou après les cycles de pâturage sont préférables à une seule application de base.

L'herbe de Rhodes est productive dans les sols moyennement à très fertiles. Si le sol est infertile, l'apport d'éléments nutritifs est essentiel. L'application d'engrais azotés et phosphorés est recommandée.

L'application d'engrais NPS à raison de 100 kg ha<sup>-1</sup> à la plantation et d'urée à raison de 50 kg ha<sup>-1</sup> après l'implantation et à chaque coupe ou récolte est essentielle. Certaines publications recommandent d'appliquer 100 kg ha<sup>-1</sup> d'azote après chaque coupe. Si possible, l'épandage de fumier est une autre option.

Le fumier peut être appliqué à raison de 5 à 10 tonnes ha<sup>-1</sup>, (**Anteneh, 2020**). Et pour optimiser les rendements en matière verte et sèche de l'herbe de Rhodes, l'application d'engrais azotés lourds est nécessaire. Une augmentation des apports d'azote dans les zones de gestion et les niveaux d'irrigation, de 240 kg/ha à 480 kg/ha, a considérablement augmenté le rendement en biomasse du gazon de Rhodes de 15,13 % lors de la première coupe et de 6,77 % lors de la deuxième coupe. L'application d'engrais azotés à raison de 480 kg/ha a permis d'augmenter la production de foin du gazon de Rhodes de 8,5 t/ha lors de la deuxième coupe, contre 7,4 à 8,4 t/ha pour les autres traitements, avec une concentration d'engrais de 240 à 1 200 kg/h, (**Christopher, 2020**) .

### 1-12-5 Fumier de ferme

Il a été démontré que le fumier de ferme améliore considérablement de nombreux paramètres de croissance, les nutriments et la qualité du fourrage, car il contient des nutriments essentiels à la croissance et au rendement des plantes. Appliqué en période de

## INTRODUCTION GENERALE

---

croissance, le fumier de ferme contient une composition nutritionnelle importante, adaptée à la production de pâturages. Sa teneur en nutriments peut être recyclée et utilisée pendant plusieurs saisons avant d'être épuisée, ce qui permet d'augmenter le rendement des fourrages. Il est utilisé depuis longtemps comme engrais en agriculture pour les cultures. Les pâturages à long terme se portent bien avec le fumier de ferme, en raison de sa commodité et de son faible coût d'application.

L'utilisation du fumier de ferme à des fins agricoles contribue également à réduire les émissions. L'application de fumier de ferme pour la production de pâturages doit se faire de manière à optimiser le rendement des fourrages, (Christopher, 2020).

### 1-12-6 Teneur en eau/humidité

Le *Rhodes Grass* absorbe de grandes quantités d'eau et peut produire un rendement en matière sèche compris entre 24 et 26 t/ha sous irrigation, comme observé dans le climat méditerranéen du sud-ouest de l'Australie. Cette graminée tolère les sols peu humides et obtient un rendement moyen même avec une humidité optimale du sol. Grâce à son enracinement profond, il peut supporter un faible taux d'humidité et produire suffisamment de biomasse même dans un sol difficilement humide, car ses racines profondes puisent l'humidité à l'intérieur du sol, contrairement aux sols superficiels. Moins sensible au stress hydrique, le *Rhodes Grass* a enregistré une augmentation de 97 % du rendement en biomasse, contre 122 % pour la fétuque élevée et 209 % pour la fléole des prés, sous irrigation intensive, (Christopher, 2020).

L'irrigation doit avoir lieu 2 fois par semaine sur sols sableux ou une fois par semaine sur sols argileux, (Dubois, 2004).

### 1-13 Insectes nuisibles et ennemis naturels de *C. gayana* :

*C. gayana* est attaqué par de nombreux insectes suceurs et broyeurs partout dans le monde, y compris au Pakistan. La production d'herbe peut diminuer en raison d'attaques sévères d'insectes nuisibles. Plusieurs ennemis naturels de *C. gayana* ont été recensés par les premiers chercheurs du monde. La liste des insectes nuisibles et des ennemis naturels de cette herbe est présentée dans le tableau 2.

## INTRODUCTION GENERALE

**Table 2:** Insectes nuisibles et ennemis naturels de *C. gayana*, (Jamil et al., 2024).

<i>Ravageur</i>	<i>Ennemi naturel</i> ( <i>Champignons/Nématodes</i> )
<i>Cochenille du Rhodes grass (Antonina graminis)</i>	<i>Virus de la mosaïque striée de Chloris</i>
<i>Ver de l'armée d'automne (Spodoptera frugiperda)</i>	<i>Helminthosporium spp.</i>
<i>Larves de Mocis latipes</i>	<i>Aspergillus flavus</i>
<i>Foreur de la tige du maïs (Elasmopalpus lignosellus)</i>	<i>Cerebella andropogonis</i>
<i>Cicadelle bicolore (Prosapia bicincta)</i>	<i>Cladosporium sp.</i>
<i>Punaises des graminées (Blissus spp.)</i>	<i>Cochliobolus heterostrophus</i>
	<i>Fusarium equiseti</i>
	<i>F. oxysporum</i>
	<i>Himaydis sp.</i>
	<i>Uromyces kenyensis</i>
	<i>Nigrospora sphaerica</i>
	<i>Puccinia chlorides</i>
	<i>Pythium aphanidermatum</i>
	<i>Tolyposporium chlorides</i>
	<i>Striga lutea</i>
	<i>S. asiatica</i>
	<i>H. nannus</i>
	<i>H. pseudorobustus</i>
	<i>H. cavenessi</i>
	<i>Hemicycliphora truncate</i>
	<i>Hoplolaimus pararobustus</i>
	<i>Meliodognye acronea</i>
	<i>M. incognita acrita</i>
	<i>M. javanica</i>

## INTRODUCTION GENERALE

---

	<i>Pratylenchus brachyurus</i>
	<i>Rotylenchulus reniformis</i>
	<i>Scutellonema clathricaudatum</i>
	<i>Trichodorus minor</i>
	<i>Tylenchus spiralis</i>
	<i>Xiphinema elongatum</i>
	<i>X. ifacolum</i>
	<i>Helicotylenchus dihystra</i>

### 1-15 Lutte contre les mauvaises herbes, les insectes, les ravageurs et les maladies

Les mauvaises herbes sont présentes dans les cultures depuis les débuts de l'agriculture et entraînent des pertes de récoltes. Il est difficile d'estimer les pertes exactes causées aux cultures à travers le monde, mais tous les agriculteurs du monde entier reconnaissent que les mauvaises herbes constituent un problème, tout comme les ravageurs qui attaquent et gâtent les cultures. L'élimination des mauvaises herbes réduit la concurrence lorsque l'herbe est faible et minimise également les risques de propagation des mauvaises herbes par semis.

L'élimination des mauvaises herbes dès le début de la production de l'herbe de Rhodes est cruciale. Comme la plante est faible à ce stade, l'élimination des mauvaises herbes facilite l'établissement et améliore la survie. Il est recommandé de désherber deux fois par mois après la plantation pendant l'établissement. Récolter l'herbe et les mauvaises herbes simultanément à la faucille lorsque la croissance est vigoureuse est une autre alternative pour lutter contre les mauvaises herbes. L'utilisation d'herbicides comme le 2-4-D est également efficace pour éliminer les jeunes mauvaises herbes à feuilles larges, (Anteneh, 2020).

### 1-16 Rendement et qualité du fourrage

La valeur nutritionnelle de l'herbe de Rhodes diminue après la floraison.

La teneur en protéines brutes varie avec l'âge du matériel et la teneur en azote disponible sur la matière sèche (MS) peut varier de 3 % dans les vieilles feuilles à 17 % dans les très jeunes feuilles. La digestibilité in vitro de la matière sèche (DIVMS), utilisée pour évaluer la valeur nutritionnelle des aliments pour ruminants, varie de 40 à 80 % .

## INTRODUCTION GENERALE

---

La culture de graminées et de légumineuses en mélange offre de nombreux avantages potentiels par rapport à la culture de graminées pures ou de légumineuses pures.

Les mélanges sont généralement préférés aux fourrages à base d'herbe pure en raison de leur rendement total, de leur teneur en protéines et de leur apport nutritionnel équilibré. De nombreux chercheurs ont rapporté que la culture combinée de légumineuses et de graminées de saison chaude permet d'obtenir des rendements en matière sèche supérieurs à ceux obtenus en culture pure . Le rendement moyen en fourrage vert de l'herbe de Rhodes en culture pure et des mélanges luzerne + herbe de Rhodes a été respectivement de 53,40 t/ha et de 68,44 t/ha, **(Bilgin et Avci, 2020)**.



**Figure 8:** Associations fourragères entre graminée *Rhodes* et *luzerne* (*Medicago sativa* L.), **(Bilgin et Avci, 2020)**.

### 1-17 Variétés de Rhodes

Les principales variétés de Rhodes sont : Pioneer, Katambora, Fine Cut, Callide et Top Cut. Il existe d'autres variétés africaines, notamment le *Rhodes* géant, le Mbarara d'Ouganda, le Rongai cultivé près de Nakuru, le *Nzoia*, le *Pokot* et le *Masaba* au Kenya, et le *Karpedo* adapté aux zones plus sèches du Kenya. La sélection de différentes semences de Rhodes est essentielle pour garantir une qualité et une quantité élevées de variétés et une production fourragère optimale, **(Christopher, 2020)**.

## INTRODUCTION GENERALE

---

### 1-18 Problèmes des ravageurs

‘Katambora’ et ‘Nemkat’ sont résistants au nématode réniforme (*Rotylenchulus reniformis*). ‘Nzoia’ peut subir des dégâts importants causés par *Helminthosporium* spp., provoquant le dépérissement des feuilles et des bases des pousses. ‘Masaba’ est atteint du charbon *Fusarium gramineum*, qui entraîne la perte de graines lors des années humides. Le rhodes grass est sensible au nématode à galles, un ravageur important de nombreuses cultures maraîchères et fruitières. Parmi les autres ravageurs qui attaquent ou se multiplient dans les peuplements de rhodes grass, on trouve les chenilles légionnaires, le petit foreur des tiges du maïs, les arpeuteuses des graminées, les rongeurs et les acariens, (Valenzuela *et* Smith, 2002).

### 1-20 Récolte et traitement post-récolte de Rhodes Grass.

Rhodes doit être récoltée à 50 % de sa floraison pour obtenir un fourrage de qualité et en grande quantité. Une récolte précoce garantit des niveaux plus élevés de protéines brutes (PB) dans le fourrage récolté. Lorsque la récolte est tardive, la teneur en protéines de base de l'herbe est faible. Dans les 3 à 5 mois suivant le semis, les nouvelles prairies développées par semis peuvent être utilisées. Le fourrage récolté peut être donné frais au bétail ou transformé en foin pour une alimentation ultérieure. Si le fendage des racines est utilisé comme matériel de plantation, la première récolte peut prendre entre deux et trois mois, à condition que l'apport d'humidité et d'engrais soit suffisant.

Rhodes Grass produit un excellent foin, qu'il soit coupé tardivement ou un peu plus tôt au début de la floraison. Les vieux fourrages produisent un foin de mauvaise qualité, inadapté à la production d'ensilage.

Les procédures doivent être respectées pour planifier une fenaison correcte. Rhodes Grass peut être pâturée en 4 à 6 mois, avec un rendement optimal atteint la deuxième année. Elle résiste au pâturage intensif et à la coupe, mais une défoliation trop fréquente réduit le rendement. La première année, l'herbe de Rhodes peut être récoltée en octobre, selon les conditions pédologiques et environnementales. Elle peut être récoltée à tout moment de l'année après la première année, lorsqu'elle atteint son niveau optimal de récolte. Elle est conseillée dans les zones où le gel survient avant le début de l'hiver. Des études montrent qu'en conditions irriguées, il est préférable de couper tous les 28 jours plutôt que tous les 14 jours. Il est préférable de prélever des boutures à intervalles mensuels, selon l'année d'implantation. La récolte de l'herbe de Rhodes dans les champs s'étend sur plusieurs mois au

## INTRODUCTION GENERALE

---

cours de l'année d'implantation, car elle peut être récoltée mensuellement en fonction des précipitations (irrigation) et de la disponibilité des engrais ou du fumier. Lorsque l'herbe de Rhodes est utilisée pour le pâturage, il convient d'être prudent, car le surpâturage peut endommager les pâturages. L'herbe de Rhodes est très attractive pour le bétail. Par conséquent, lorsqu'on utilise des pâturages d'herbe de Rhodes, il est plus facile de suivre le programme de coupe et de transport. La digestibilité et la teneur en protéines brutes (PB) diminuent avec la maturité de la plante. Par conséquent, une coupe et une fertilisation régulières sont nécessaires pour une meilleure valorisation. L'herbe de Rhodes doit être coupée ou brûlée sur un sol mature. Le brûlage est important pour l'herbe de Rhodes, car elle résiste au feu, (Christopher, 2020).

### 1-21 Tolérance au stress abiotique

Dans les régions tropicales et subtropicales d'Afrique de l'Est et du Sud, d'Australie et d'Amérique centrale, le chlorophylle (*Chloris gayana* L. Kunth) est depuis longtemps une graminée vivace populaire. Originaires d'Afrique de l'Est et du Sud, cette plante est reconnue pour sa capacité à couvrir le sol, sa résistance à la sécheresse, sa résistance aux gelées légères, sa tolérance à la salinité du sol et sa compatibilité avec diverses légumineuses tropicales. Elle pousse dans une grande variété d'écologies et de types de sols, possède un système racinaire profond et peut supporter de longues périodes de sécheresse. Plusieurs cultivars ont été créés et commercialisés avec de meilleures performances, notamment dans les zones sujettes à la sécheresse et aux basses températures. Une tolérance au gel a également été signalée chez quelques cultivars.

Elle ne tolère pas l'eau stagnante. Sur les sols très acides, l'herbe de Rhodes a quelques difficultés à s'établir.

Les informations sur les variétés disponibles et la tolérance à la sécheresse des accessions de *Chloris gayana* pourraient servir à sélectionner des génotypes susceptibles de contribuer à atténuer la pénurie alimentaire qui limite la productivité du bétail dans les environnements tropicaux secs. La sécheresse, la salinité, les basses températures, les ravageurs et les maladies se sont révélés plus résistants/tolérants chez les cultivars diploïdes que chez les cultivars tétraploïdes. Les tétraploïdes, par exemple, sont plus vulnérables au nématode à galles que les diploïdes. L'herbe de Rhodes (*Chloris gayana* Kunth) est l'une des graminées subtropicales les plus cultivées dans les régions semi-arides, le cultivar tétraploïde Epica INTA-Peman étant l'un des plus populaires. Ce cultivar, issu du Boma, présente une réponse

## INTRODUCTION GENERALE

---

photopériodique aux jours courts. La floraison a donc lieu à la fin de l'été, ce qui permet de prolonger la saison de pâturage tout en conservant une valeur nutritionnelle élevée. De plus, son rendement primaire est supérieur à celui des cultivars diploïdes .

des sels minéraux à la surface des feuilles, et les glandes bicellulaires situées à leur surface selon l'hypothèse, excrètent du sel . En conditions de salinité, (**Oi et al., 2012**) ont étudié la morphologie, la localisation et l'ultrastructure des glandes à sel de l'herbe de *Rhodes* (*Chloris gayana Kunth*), Poacée. Sur la face adaxiale, des glandes à sel ont été trouvées au-dessus des nervures et entre les nervures de la face abaxiale. Les glandes à sel étaient réparties le long des mêmes lignes que les macropoils. Avec l'augmentation des concentrations de NaCl dans le traitement, la densité des glandes à sel a augmenté, ce qui suggère une acclimatation pour améliorer l'excrétion du sel sous forte salinité. La cellule basale et la cellule de la coiffe étaient les deux cellules qui composaient une glande à sel.

À l'apex de la cellule basale, des membranes distinctes s'étendaient longitudinalement depuis la membrane plasmique et se présentaient sous forme de feuilletts courbés.

Les feuilletts étaient gonflés dans la partie inférieure de la cellule basale, mais n'étaient pas fixés à la membrane plasmique à cet endroit. La présence de nombreuses mitochondries dans les cellules glandulaires indique que le transport du sel est une opération énergivore. Selon une étude menée par (**Al Khalasi et al., 2010**), le fourrage de sorgho cultivé sous des niveaux de salinité élevés peut être donné aux moutons omanais sans nuire à leur santé ni à leurs performances, (**Karadağ et al., 2022**).

### **1-22 Composantes du rendement économique de Rhodes Grass**

Les rendements fourragers élevés, quelle que soit la plante fourragère, sont dus à toutes les caractéristiques de la plante productrice, telles que la hauteur de la plante, le nombre de talles par plante, le nombre de feuilles par talle, le rendement en feuilles, le rendement en fourrage vert et en fourrage sec. La sélection d'un seul caractère entraînerait une amélioration de toutes les caractéristiques agronomiques souhaitées, tandis qu'une faible production de l'une de ces caractéristiques, due à une mauvaise gestion du fourrage, entraînerait de faibles rendements en biomasse, (**Christopher, 2020**).

