

**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 ressources fourragère en Algérie :étude  
d'adaptation agronomique en zone aridede  
Boussaâda »**

**Soutenu le ../../2025 devant le jury composé de :**

		Université Med BOUDIAF - M'SILA	Président
M. SAAD Ahmed	MCB	Université Med BOUDIAF - M'SILA	Rapporteur
		Université Med BOUDIAF - M'SILA	Examinatrice

**Année universitaire : 2024/2025**

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



## الإهداء

الحمد لله الذي بنعمته تتم الصالحات، وبفضله نتيسر الصعاب وتُفتح الأبواب.  
إلى من وضع المولى -سبحانه وتعالى- الجنة تحت قدميها، وقرّرها 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 الحنونة 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 تربيّتي و أمدّنتني بالنصح والإرشاد، اطال الله في عمرها .  
إلى من جمعني بها القدر فكانت لي اختاً لم تلدها 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.

وأخيراً... إلى نفسي

التي صبرت وسهرت وتعثرت وقامت، بكّيت ثم مسحتم دموعها، تعبّت ولم تستسلم

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

## أشواق



# الإهداء

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 إخواني 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 و طاقة 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 **Dr.Saïd** pour son aide et son soutien.

Nous adressons aussi nos sincères remerciements aux Professeurs **Mme.Dr. Medani** et **Mme.Dr.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 **???**, 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 : Etude bibliographies

<b>1-1 Cadre général de la morphogenèse des graminées .....</b>	<b>8</b>
<b>1-2 Principaux stades de développement des graminées (Poaceae) .....</b>	<b>10</b>
<b>1-3 Historique .....</b>	<b>10</b>
<b>1-4 Classification botanique .....</b>	<b>12</b>
<b>1-5 Utilisation de C. gayana .....</b>	<b>12</b>
<b>1-6 Importance de Rhodes Rhodes Grass .....</b>	<b>13</b>
<b>1-7 Description morphologique .....</b>	<b>13</b>
<b>1-8 Position des différentes parties de la plante d'herbe de Rhodes .....</b>	<b>15</b>
<b>1-9 Facteurs abiotiques .....</b>	<b>16</b>
<b>1-10 Facteur biotique .....</b>	<b>16</b>
<b>1-11 Les exigence pédologiques .....</b>	<b>17</b>
<b>1-11-1 Préparation du sol .....</b>	<b>17</b>
<b>1-11-2 Période de plantation .....</b>	<b>17</b>
<b>1-12 Taux de semis et méthodes de plantation .....</b>	<b>18</b>
<b>1-12-1 Implantation par semis .....</b>	<b>18</b>
<b>1-12-2 Implantation végétative.....</b>	<b>18</b>
<b>1-12-3 Production de Rhodes Grass .....</b>	<b>19</b>
<b>1-12-4 Fertilisation .....</b>	<b>19</b>

1-12-5 Fumier de ferme.....	20
1-12-6 Teneur en eau/humidité .....	21
1-13 Insectes nuisibles et ennemis naturels de <i>C. gayana</i> .....	21
1-15 Lutte contre les mauvaises herbes, les insectes, les ravageurs et les maladies.....	23
1-16 Rendement et qualité du fourrage .....	23
1-17 Variétés de Rhodes .....	24
1-18 Problèmes des ravageurs .....	24
1-20 Récolte et traitement post-récolte de Rhodes Grass.....	25
1-21 Tolérance au stress abiotique .....	26
1-22 Composantes du rendement économique de Rhodes Grass .....	27

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

2-1 Situation géographique de la région de BOUSSAADA .....	29
2-2 Le relief de région de Boussaâda .....	30
2-3 Réseaux hydrographique .....	31
2-4 Sol .....	32
2-5 Végétation .....	33
2-6 Géologie .....	33
2-7 Présentation de l'exploitation étudiée .....	35
2-7-1 La source de l'eau .....	35
2-7-2 Le système d'irrigation .....	35
2-7-3 La parcelle .....	35
2-8 Caractéristiques climatiques .....	36
2-8-1 La pluviométrie .....	38
2-8-2 Vent .....	40
2-9 Les paramètres climatiques .....	42
2-9-1 Indice de D. MARTONNE .....	42
2-9-2 Diagramme Ombrothérmiq ue de Gaussen et Bagnouls .....	43

<b>2-9-3 Diagramme de L. EMBERGER .....</b>	<b>44</b>
---	-----------

### **Chapitre 3 : Matériel et Méthodes**

<b>3.1 Matériel végétal.....</b>	<b>48</b>
<b>3.2 Matériel et équipements .....</b>	<b>49</b>
<b>3.2.1 Équipements de laboratoire .....</b>	<b>49</b>
<b>3.2.2, Matériel agricole .....</b>	<b>49</b>
<b>3.4. Protocole expérimental.....</b>	<b>50</b>
<b>3.4.1 Évaluation de la qualité germinative au laboratoire .....</b>	<b>50</b>
<b>3.4.2 Dispositif expérimental au champ .....</b>	<b>51</b>
<b>3.4.2.1 Plan expérimental .....</b>	<b>51</b>
<b>3.4.2.2 Dimensions des parcelles.....</b>	<b>52</b>
<b>3.5 . Conduite de l'expérimentation .....</b>	<b>53</b>
<b>3.5.1.Préparation du terrain.....</b>	<b>53</b>
<b>3.5.2 Fertilisation .....</b>	<b>53</b>
<b>3.5.3 Techniques de semis .....</b>	<b>54</b>
<b>3.5.3.1 Semis en ligne (Blocs A ) .....</b>	<b>54</b>
<b>3.5.3.2 Semis à la volée (Bloc B).....</b>	<b>55</b>
<b>3.5.4. Gestion de l'irrigation .....</b>	<b>55</b>
<b>3.5.5 Entretien de la culture .....</b>	<b>55</b>
<b>3.5.5.1 Désherbage .....</b>	<b>55</b>
<b>3.5.5.2 Surveillance phytosanitaire .....</b>	<b>55</b>
<b>3.6.Paramètres mesurés.....</b>	<b>56</b>
<b>3.6.1 Phase d'établissement .....</b>	<b>56</b>
<b>3.6.2 Développement végétatif.....</b>	<b>56</b>
<b>3.6.3 Système racinaire .....</b>	<b>57</b>
<b>3.6.4 Résistance au stress .....</b>	<b>58</b>
<b>3.6.5 Phase reproductive.....</b>	<b>58</b>



3.6.6 Production fourragère .....	59
3.7. Analyse statistique .....	60

## Chapitre 4: résultats et discussions

4.1. Évaluation de la qualité germinative des semences.....	62
4.1.1. Test de prégermination .....	62
4.1.2. Cinétique de germination .....	63
4.1.3. Indice de vigueur de semis (SVI) .....	64
4.2. Paramètres de croissance initiale au champ .....	65
4.3. Développement végétatif et reproduction .....	67
4.4. Taux de couverture du sol.....	69
4.5. Paramètres reproductifs.....	70
4.6. Phénologie de <i>Chloris gayana</i> dans les conditions de Bensrouer.....	72
4.7. Discussion générale .....	73
4.7.1. Corrélation entre qualité germinative et performances au champ .....	73
4.7.2. Comparaison des performances entre modes de semis.....	74
4.7.3. Évaluation comparative des modalités de semis de <i>Chloris gayana</i> en conditions steppiques algériennes.....	75
4.7.4. Importance stratégique dans le calendrier fourrager semi-aride.....	75
4.7.5. Perspectives et recommandations .....	76
CONCLUSION GÉNÉRALE.....	78

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 Danthonieae.

**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

<b>Table 1:</b> la classification botanique de chloris gayana kunth.....	12
<b>Table 2:</b> Insectes nuisibles et ennemis naturels de C. gayana.....	22
<b>Table 3:</b> Répartition des températures moyennes annuelles Bou saada (2014-2023),.....	37
<b>Table 4:</b> Evolution de la pluviométrie durant de Bou saada (2014-2023) .....	38
<b>Table 5:</b> Variation Moyennes annuelles de la vitesse du vent en m/s de Bou saada (2014-2023) .....	40
<b>Table 6:</b> Classification des climats selon l'indice de De Martonne. ....	43
<b>Table 7:</b> Valeur du quotient pluviométrique Q2 .....	45
<b>Table 8:</b> Pourcentage de germination.....	63

## 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 .....	9
<b>Figure 2:</b> Principaux stades de développement des graminées fourragères.....	10
<b>Figure 3</b> Rhodes Grass ( <i>Chloris gayana</i> ) .....	11
<b>Figure 4:</b> Herbe de Rhodes, état stolonifère .....	14
<b>Figure 5:</b> a) Feuilles de la plante. b) État de floraison .....	14
<b>Figure 6 :</b> La graine de Rhodes Grass, La racine est pénétrante jusqu'à 4 à 5 m au dessous du sol.....	15
<b>Figure 7:</b> position des différentes parties de plante d'herbe de Rhodes .....	15
<b>Figure 8:</b> Associations fourragères entre graminée Rhodes et luzerne ( <i>Medicago sativa</i> L.)	24
<b>Figure 9:</b> Carte de Bou Saada et ses environs,.....	30
<b>Figure 10:</b> Carte topographique de la zone d'étude .....	31
<b>Figure 11:</b> Carte pédologique de la zone d'étude, .....	33
<b>Figure 12:</b> Carte géologique de la zone d'étude .....	34
<b>Figure 13:</b> Situation géographique de l'exploitation .....	36
<b>Figure 14:</b> Température annuelles moyennes de la région de Boussaâda durant la période 2014-2023.....	37
<b>Figure 15:</b> Température mensuelle moyenne de Bou saada (2014-2023) .....	38
<b>Figure 16:</b> Répartition des précipitations annuelles en (mm) de la région de Boussaâda durant la période : 2014-2023 .....	39
<b>Figure 17:</b> variation de la précipitation mensuelles de Bou saada (2014-2023).....	40
<b>Figure 18:</b> Evolution des vents durant la période 2014-2023 à Bou saada.....	41
<b>Figure 19:</b> Les types et les directions des vents dans la région de Bou saada .....	42
<b>Figure 20:</b> Diagramme ombrothermique de Bou saada .....	44

<b>Figure 21:</b> Position de la région de Bou saada dans le climagramme d'emberger période(2014-2023) .....	46
<b>Figure 22:</b> Les graines de Chloris gayana.....	48
<b>Figure 23:</b> Balance de précision.....	49
<b>Figure 24:</b> Tracteur .....	50
<b>Figure 25:</b> Mètre ruban .....	50
<b>Figure 26:</b> Dispositif expérimental au champ.....	51
<b>Figure 27:</b> protocole expérimental de Rhodes Grass .....	52
<b>Figure 28:</b> Le travail du sol.....	53
<b>Figure 29:</b> fertilisation organique .....	54
<b>Figure 30:</b> Techniques de semis (Semis en ligne).....	54
<b>Figure 31:</b> Irrigation par aspersion.....	55
<b>Figure 32:</b> Mesure de la hauteur.....	56
<b>Figure 33:</b> Les plantules au champ .....	56
<b>Figure 34:</b> La hauteur des plants chaque semaine .....	57
<b>Figure 35:</b> La longueur et le nombre des stolons.....	57
<b>Figure 36 :</b> La profondeur d'enracinement .....	57
<b>Figure 37:</b> La biomasse racinaire après .....	58
<b>Figure 38:</b> La longueur des épis.....	58
<b>Figure 39:</b> La production de graines .....	59
<b>Figure 40:</b> Le rendement en.....	56
<b>Figure 41:</b> Le rendement en .....	59
<b>Figure 42:</b> test prégermination.....	62
<b>Figure 43:</b> courbe sigmoïde de la cinétique de germination.....	63
<b>Figure 44:</b> mesure de la longueur de la racine et la longueur du coléoptile après 10 jours de .....	64
<b>Figure 45:</b> Évolution de la densité de levée (nombre de plantes par m <sup>2</sup> ) selon le mode de semis. ....	65

<b>Figure 46:</b> Évolution de la hauteur des plantules (cm) en fonction du mode de semis. ....	66
<b>Figure 47:</b> Nombre de feuilles par mode de semis et densité. ....	67
<b>Figure 48:</b> Évolution du nombre de stolons. ....	67
<b>Figure 49:</b> Longueur des stolons (cm). ....	68
<b>Figure 50:</b> Diamètre des touffes (cm). ....	69
<b>Figure 51:</b> Évaluation visuelle du taux de couverture du sol (%). ....	69
<b>Figure 52:</b> Nombre d'inflorescences par m <sup>2</sup> . ....	70
<b>Figure 53:</b> Longueur des racèmes (cm). ....	71
<b>Figure 54:</b> Production de semences (g). ....	71
<b>Figure 55:</b> Chronogramme phénologique de <i>Chloris gayana</i> . ....	73
<b>Figure 56:</b> calendrier fourrager zone semi-aride Algérienne. ....	76

A detailed botanical line drawing of a plant, possibly a species of Verbena, featuring several upright stems with small, opposite, lanceolate leaves and clusters of tiny flowers at the tips of the stems. The illustration is rendered in a light green color and serves as a decorative background for the text.

# **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. La demande en produits d'origine animale ne cesse d'augmenter, en particulier dans les zones arides et semi-arides. La production fourragère, qui revêt une importance majeure pour le développement durable des régions chaudes, constitue un facteur clé de la performance des systèmes d'élevage. Elle occupe aussi une place essentielle dans les systèmes intégrés de cultures et d'élevage, ainsi que dans divers systèmes agroécologiques ,(Klein *et al.*, 2014).

Les fourrages sont cultivés dans le but de satisfaire, tant quantitativement que qualitativement, aux besoins alimentaires des animaux d'élevage herbivores. Le choix de la production varie selon le type de prairie (permanente ou semée), les espèces et les variétés de fourrages (graminées, légumineuses... ; maïs, sorgho, betterave...), et son utilisation (pâturage, ensilage...), (Huyghe, 2003).

Les prairies, y compris les pâturages ensemencés et les pâturages pastoraux, représentent l'un des plus vastes écosystèmes de la planète. Elles assurent les moyens de subsistance de plus de 800 millions de personnes à travers le monde. En plus de fournir une alimentation essentielle pour les animaux d'élevage, elles jouent un rôle fondamental en tant qu'habitats pour les plantes fourragères, en contribuant à l'équilibre énergétique de la faune sauvage, tout en servant de réservoirs de carbone et en protégeant les bassins versants de nombreux systèmes fluviaux majeurs. Par ailleurs, les prairies occupent une place centrale dans la conservation in situ de la diversité génétique. Sur environ 10 000 espèces recensées, seules 100 à 150 sont aujourd'hui espèces fourragères ont été cultivées . Selon la définition adoptée, leur couverture sur les terres émergées est estimée entre 20 et 40 %,(Amrouni, 2020).

Au cours des dernières années, les systèmes de production en Afrique du Nord ont connu des transformations notables. On observe une régression des jachères pâturées, des prairies naturelles et des parcours, due à plusieurs facteurs, notamment les subventions publiques favorisant le développement de la culture des céréales sans considération pour l'ensemble du système de production qui inclut également l'élevage. L'usage excessif d'aliments concentrés a entraîné un déséquilibre dans l'alimentation du cheptel, (Mebarkia *et al.*, 2020).

Si dans le Monde, par un passé assez récent, les productions fourragères et pastorales ont été l'élément clé de la révolution agricole et agro-industrielle, en Algérie depuis la période



## INTRODUCTION GENERALE

---

coloniale à nos jours, la superficie des parcours n'a fait que régresser et les cultures fourragères n'ont jamais eu la place qui leur est due, Les productions animales se trouvent ainsi face à un double défi : d'une part, une demande croissante en protéines animales, et d'autre part, une offre fourragère limitée, contrainte par l'instabilité climatique et la faible superficie réservée aux cultures fourragères, (**Abdelguerfi *et al.*, 2008**)

En Algérie, les aliments pour animaux constituent la principale composante des coûts d'exploitation en élevage, représentant entre 25 % et 70 % du coût total de production. Par ailleurs, la production fourragère et pastorale demeure insuffisante, constituant ainsi un obstacle majeur au développement durable du secteur de l'élevage. Ce problème d'alimentation du bétail est essentiellement dû à la pauvreté de l'approvisionnement en fourrage, en raison des faibles surfaces ensemencées, du manque d'eau et du manque de maîtrise des techniques culturales. La solution repose sur une production fourragère à la fois abondante et de qualité, permettant à l'éleveur de mieux maîtriser l'alimentation de son cheptel , (**Djennane *et al.*, 2022**) .

Les superficies destinées à la production fourragère ont connu une croissance significative, passant de 669 490 hectares en 2010 à 959 841 hectares en 2019, soit une augmentation de 43,36 %. Cette progression est notamment marquée par la prédominance des fourrages en sec, qui représentent 46 % de la superficie totale allouée à cette production. La faible superficie allouée aux fourrages en vert peut être expliquée par la faible disponibilité très limitée en semences. Les cultures fourragères ont augmenté en même temps que l'accroissement du cheptel, sans que cette augmentation ne résolve la problématique de l'alimentation animale. En effet le déficit fourrager, en Algérie est estimé à 3 124 273 725 unités Fourragères. La production fourragère, en 2010 a été de 31 millions de quintaux pour atteindre 52 6 millions de quintaux en 2019, soit un taux d'accroissement de 67%. Une tendance haussière similaire a été observée dans la production animale, en particulier pour le cheptel ovin, qui représente 81 % du cheptel national. Ce dernier a atteint 30,9 millions de têtes en 2020, enregistrant ainsi une progression de 5 % par rapport à l'année 2019, (**Saad, 2023**).

En Algérie, l'amélioration de la production laitière et de viande, ainsi que la diminution de la dépendance aux importations de fourrages, passent par le développement des cultures fourragères adaptées et performantes. Une telle initiative pourrait contribuer significativement à renforcer la sécurité alimentaire du pays, en assurant une disponibilité accrue de ressources fourragères locales et en soutenant la performance des filières d'élevage, mais également rendre l'agriculture plus rentable. Pour tirer le meilleur parti de ce potentiel, différentes

## INTRODUCTION GENERALE

---

possibilités d'amélioration peuvent être envisagées, telles que : l'utilisation de semences de qualité pour améliorer la production de fourrage ; la mise en place de systèmes d'irrigation efficaces pour optimiser l'utilisation de l'eau ; l'utilisation de fertilisants pour augmenter la fertilité du sol ; la rotation des cultures et diversification des cultures pour améliorer la productivité et la résilience des systèmes de production fourragère ; l'utilisation de techniques de conservation des fourrages, telles que le séchage ou la fermentation, pour assurer une alimentation continue et de qualité pour le bétail et la sélection d'espèces de plantes fourragères adaptées aux conditions locales , (Amrouni, 2020).

La région de Bou Saâda, située au centre de l'Algérie, se distingue par un contexte agricole particulier, marqué à la fois par des conditions climatiques arides et par des systèmes d'élevage traditionnels, (Anonyme, 2024; Abdelguerfi *et al.*, 2008)

Au fil des années, la région de Bou Saâda a été confrontée à plusieurs défis liés à la disponibilité des ressources fourragères, essentielles au maintien de son activité d'élevage. Réputée pour l'élevage ovin et bovin, cette région repose en grande partie sur les cultures fourragères pour garantir une alimentation suffisante et équilibrée de son cheptel. Cependant, les ressources en eau limitées et les conditions climatiques arides ont souvent entravé la production de fourrages de haute qualité.

Pour répondre aux besoins croissants en produits animaux tout en assurant la durabilité des systèmes d'élevage locaux, il est crucial d'améliorer les pratiques de culture des fourrages à Bou Saada. Cela implique l'introduction de variétés végétales résistantes à la sécheresse, l'amélioration des techniques d'irrigation, ainsi que la promotion de méthodes de conservation efficaces comme l'ensilage et le foin.

Pour atteindre cet objectif, il est fondamental d'analyser l'état actuel des cultures fourragères dans la région, ainsi que les systèmes de production utilisés.

Le terme « fourrage » fait référence à l'ensemble des aliments végétaux destinés à l'alimentation des animaux d'élevage, en particulier les herbivores tels que les bovins, ovins et les chevaux. Il s'agit généralement de plantes riches en fibres et en éléments nutritifs essentiels, pouvant être consommées fraîches, conservées ou pâturées, (Cauty *et Perreau*, 2009) .Le fourrage est constitué des parties aériennes des plantes tiges, feuilles, inflorescences qu'elles soient spontanées ou cultivées, et il joue un rôle fondamental dans l'alimentation du bétail.

## INTRODUCTION GENERALE

---

Les fourrages sont cultivés dans le but de couvrir, tant sur le plan quantitatif que qualitatif, les besoins nutritionnels des animaux d'élevage herbivores. Le choix des cultures fourragères dépend du type de prairie (naturelle ou semée), des espèces et variétés utilisées (graminées, légumineuses, maïs, sorgho, betterave, etc.), ainsi que du mode d'exploitation prévu, qu'il s'agisse du pâturage, de l'ensilage ou d'une autre méthode de conservation, (**Huyghe, 2003**).

En général les espèces appartenant aux familles des graminées et légumineuses sont privilégiées, car les premières sont riches en énergie et les secondes en protéines. Mais d'une manière générale, l'intérêt premier des fourrages est d'être riche en fibres celluloseuses, nécessaires à la fonction de rumination de la vache et à la couverture d'une grande partie de ses besoins en énergie, (**Bouabdallah, 2023; Blanchard et al., 2018**).

Les espèces fourragères appartiennent principalement à trois familles botaniques : les graminées, telles que l'orge, le ray-grass, l'avoine, le maïs et le sorgho ; les légumineuses, telles que la luzerne, le trèfle, le bersim et la gesse ; et les crucifères, telles que la moutarde, la navette et le colza, (**Saad, 2023**).

Bien que les graminées soient moins diversifiées que les légumineuses avec environ 10 000 espèces contre 17 000 pour ces dernières elles occupent néanmoins des superficies bien plus vastes. Elles se distinguent par une production de biomasse plus importante et une large utilisation, notamment dans l'implantation des prairies, (**Klein et al., 2014**).

L'origine des fourrages se répartit en deux grandes catégories : d'une part, les fourrages spontanés, issus de la flore naturelle des prairies permanentes, généralement désignés comme « herbe » et d'autre part, les fourrages cultivés, produits soit en prairies temporaires, soit en cultures annuelles. Quelle que soit leur origine, les fourrages peuvent être consommés directement par les animaux via le pâturage ou récoltés par fauche. Une fois récoltés, ils sont soit distribués frais en tant que fourrage vert, soit conservés pour une utilisation différée. Selon le mode de conservation et la teneur en matière sèche, on distingue trois formes principales : le fourrage vert, le foin et l'ensilage, (**Saad., 2023**).

Le fourrage vert désigne un aliment frais pour le bétail, contenant entre 10 % et 30 % de matière sèche. Dans les pays du Maghreb, il est courant que les éleveurs cultivent du fourrage vert tel que le sorgho, le bersim ou la luzerne lorsque les conditions en eau sont favorables. En revanche, dans les pays européens, ce type de fourrage, issu principalement de prairies permanentes ou temporaires, est le plus souvent pâturé directement, bien qu'il puisse aussi être fauché puis distribué à l'auge, (**Bouabdallah, 2023; Blanchard et al., 2018**).

## INTRODUCTION GENERALE

---

Contrairement au fourrage vert, le foin contient environ 85 % de matière sèche. Il est obtenu par fanage du fourrage vert au champ ou en grange. Débarrassé de son humidité, il est facile à conserver et peut être servi tout au long de l'année. Généralement produit à partir d'herbe des prairies permanentes et temporaires dans les régions tempérées, le foin est en Algérie essentiellement à base de cultures annuelles de vesce-avoine ou, accessoirement, d'herbe de jachère fauchée. Lors des opérations de fanage, ce fourrage peut perdre de ses qualités par rapport au fourrage vert, **(Bouabdallah, 2023; Blanchard *et al.*, 2018)**

L'ensilage consiste à entreposer le fourrage vert ou l'herbe récoltée en tas ou en silo l'herbe ou le fourrage vert récolté, puis à le tasser pour en extraire l'air et l'oxygène. En l'absence d'oxygène, des bactéries anaérobies, naturellement présentes dans le fourrage, fermentent les sucres solubles contenus dans les cellules de celui-ci et les transforment en acide lactique, ce qui fait baisser le pH du tas jusqu'à des valeurs proches de 4. Cette baisse de pH inhibe l'action des bactéries aérobies et des moisissures qui peuvent faire pourrir le fourrage. Le fourrage conservé en ensilage présente un taux de matière sèche avoisinant 40 %, intermédiaire entre le foin et le fourrage vert, et garde des qualités nutritives plus proches du fourrage vert que du foin.

Plusieurs facteurs influencent la productivité du bétail, notamment le potentiel génétique de la race, la qualité et la quantité insuffisantes de l'alimentation, les maladies animales, ainsi que le manque de services de vulgarisation spécialisés en élevage. Par conséquent, la production de cultures fourragères de haute qualité peut contribuer à améliorer la productivité animale, **(Jamil *et al.*, 2024) .**

Pendant la saison sèche, la qualité du fourrage est souvent faible, notamment en ce qui concerne la teneur en protéines brutes (PB). Cela a pour effet de réduire la productivité et l'efficacité reproductive des animaux. Ainsi, l'augmentation de l'offre en fourrage à travers l'amélioration de la culture des plantes fourragères devient nécessaire, **(Jamil *et al.*, 2024).**

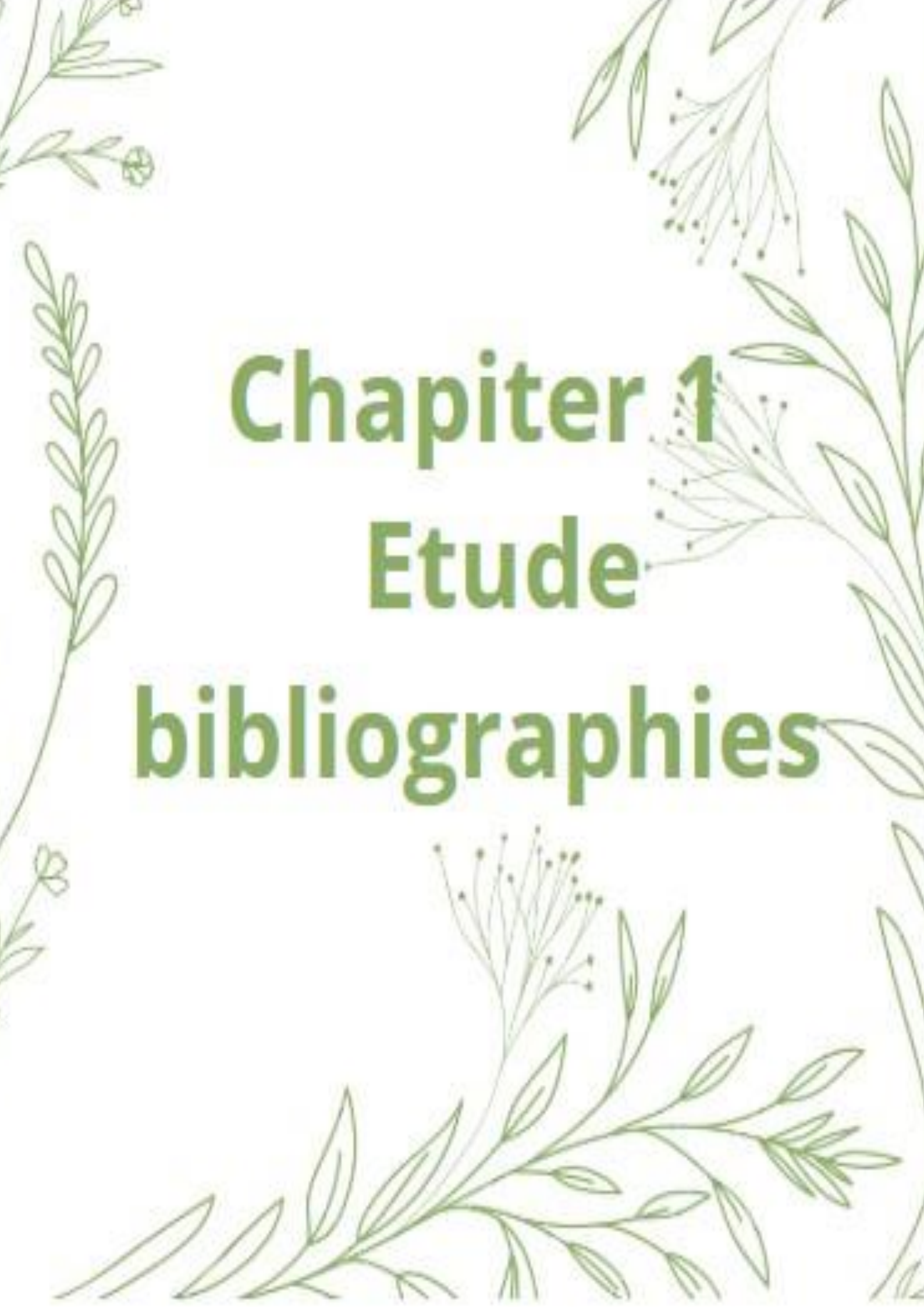
Dans ce contexte, il convient de mettre en avant les atouts agronomiques remarquables de *Chloris gayana*. Cette graminée de type C4 bénéficie d'un excellent rendement en biomasse, même sous des conditions climatiques arides, grâce à son efficacité photosynthétique élevée. *Chloris gayana* se distingue également par sa bonne appétence, sa richesse relative en protéines au stade jeune, ainsi que par sa tolérance à la sécheresse et à la salinité. Ces caractéristiques en font un fourrage stratégique pour renforcer la résilience des systèmes de production animale.

## INTRODUCTION GENERALE

---

Le *Rhodes grasses* est une graminée pérenne améliorée pouvant être cultivée à la ferme et utilisée par les petits exploitants agricoles . C'est une graminée à haut rendement, à croissance rapide, appétente et à enracinement profond. Elle pousse dans des conditions environnementales très variées et est utile en système de coupe-transport et en pâturage ouvert. Elle est également très appréciée pour la fenaison.

Elle pousse bien dans les zones à faibles précipitations et tolère la sécheresse ; elle supporte un pâturage et une coupe intensifs ; elle est très appétente. Le rhodes grasses est très appétissant et présente une bonne valeur nutritive et une teneur élevée en protéines (9-12 %) avec une absorption d'eau moyenne d'environ 600 à 1 200 mm. Un semis de rhodes grasses pendant plus de trois ans favorise son développement . Grâce à ses racines profondes, il peut supporter de longues périodes de sécheresse (plus de 6 mois) et jusqu'à 15 jours d'inondation. Elle pousse bien sur des sols drainés à fertilité moyenne à élevée et survit sur des sols infertiles, bien qu'improductive et susceptible de disparaître, notamment en cas de pâturage régulier. Le rhodes grasses est une espèce de plein soleil qui ne pousse pas bien dans les environnements ombragés. Ses performances de croissance varient selon le type de cultivar, l'âge de la plante et d'autres facteurs environnementaux. Sa productivité varie généralement de 7 à 25 tonnes de MS ha-1 par an, selon la variété, la fertilité du sol, les conditions environnementales et la fréquence de coupe, (Urgesa, 2024).



# **Chapter 1**

## **Etude**

### **bibliographies**



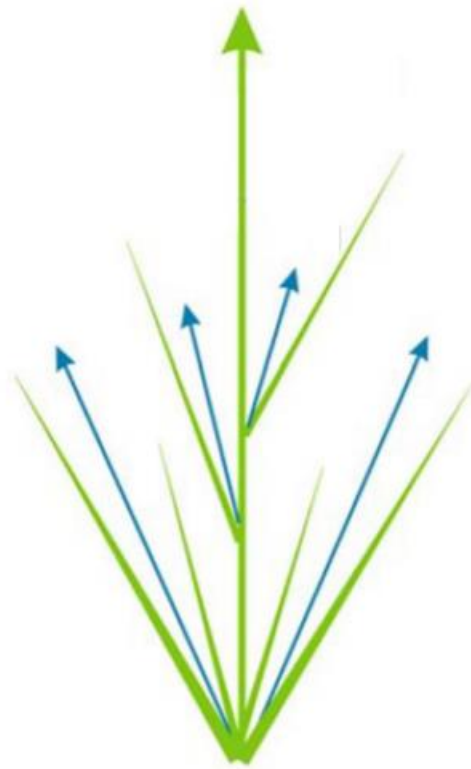
## Chapiter1 : Etude bibliographies

### 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.

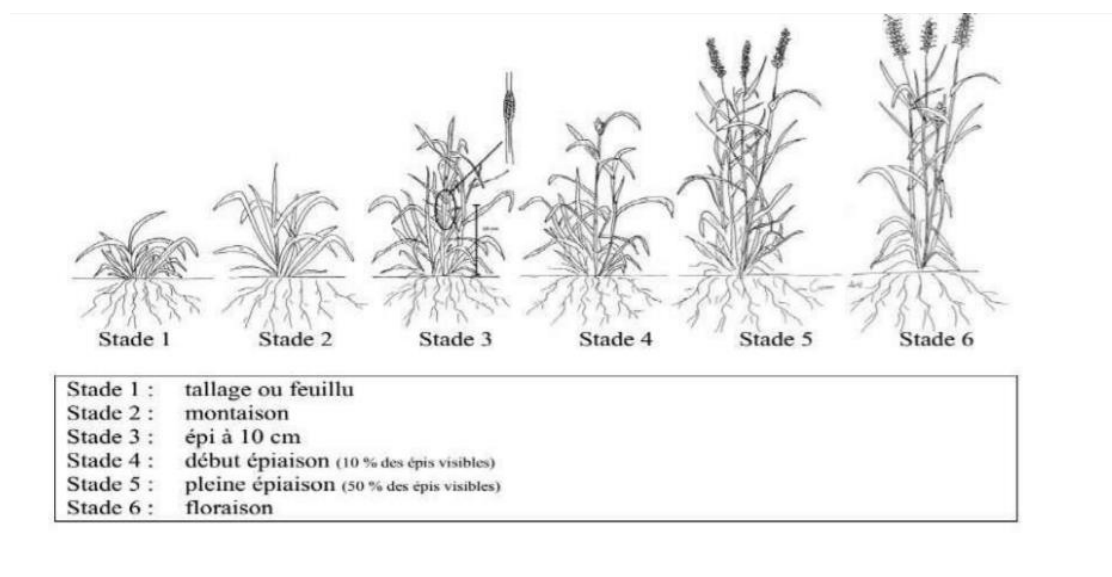
Conceptuellement, la morphogenèse est un continuum de processus de différenciation, de croissance, de sénescence et de mort, conduisant à l'acquisition de sa forme par un organe ou un organisme, (Silva, 2018).



**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 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 Avcı, 2020).

### 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	C. gayana.

### 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, 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 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



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.



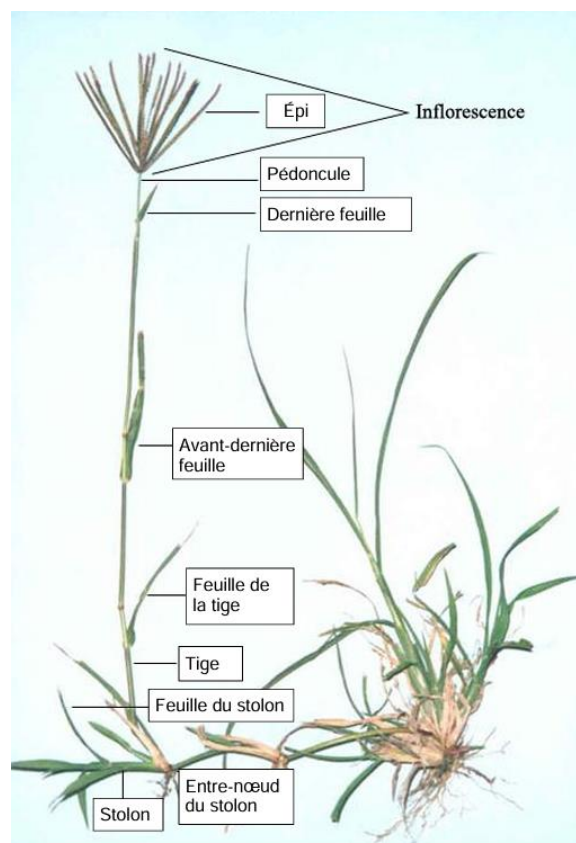
**Figure 5:** a) Feuilles de la plante. b) État de floraison, (Bilgin et Avci, 2020).

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).

### 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 Avci, 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*,

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 exigence 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 rhodos germeront dans des conditions légèrement plus 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 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 *Vigna unguiculata* 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 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 du 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 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. Ce 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.

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

<i>Ravageur</i>	<i>Ennemi naturels</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>
	<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 dihytera</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 % .

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).

### 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 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 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 feuillets courbés.

Les feuillets 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).



# Chapitre 2

## Présentation de la région D'étude

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

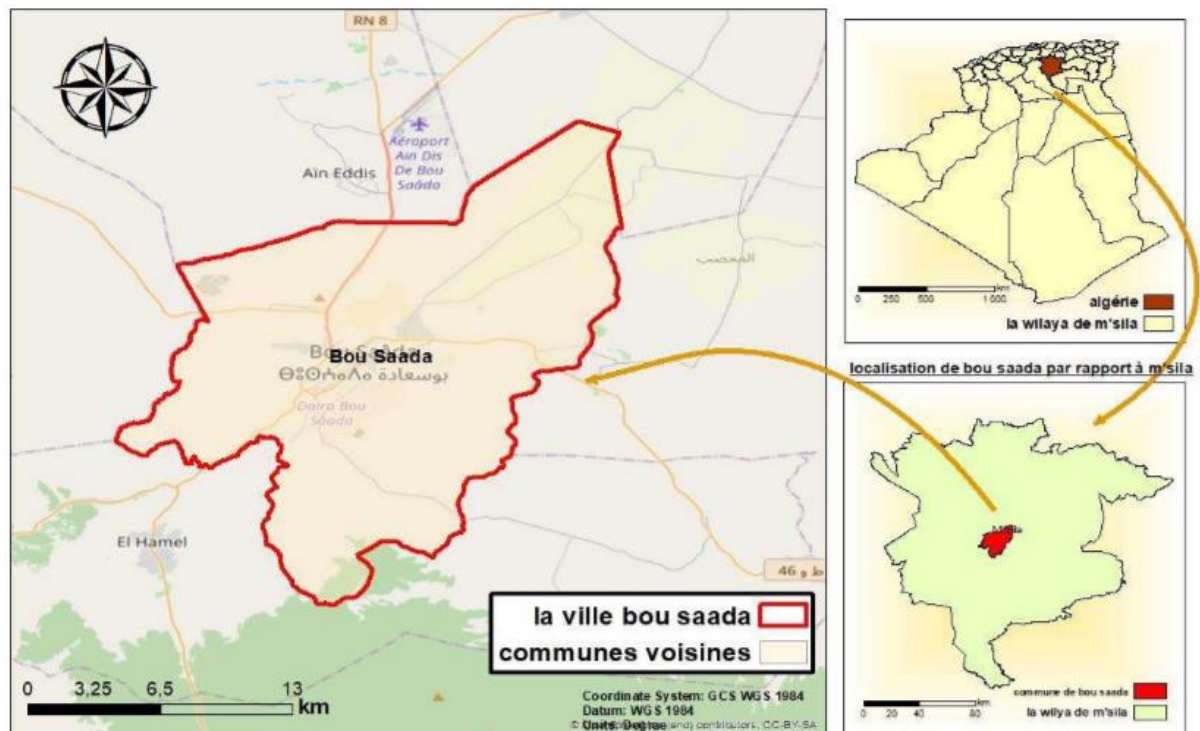
### 2-1 Situation géographique de la région de BOUSSAADA :

La région de Boussaâda est localisée dans la partie sud de la wilaya de M'Sila, au sud-est du nord algérien, faisant partie des Hauts Plateaux. La ville de Boussaâda se trouve à 250 km au sud-est de la capitale et à 200 km à vol d'oiseau de la mer , à une altitude de 560 m au-dessus du niveau de la mer. Elle se se trouve à l'intersection de la route nationale n°8 (Alger - Biskra) et de la route nationale n°46 (M'Sila - Djelfa), ce qui en fait un carrefour stratégique entre la Méditerranée et le Sahara, entre les Ziban et le littoral algérois, ainsi qu'entre le M'Zab et Constantine. La zone de Boussaâda occupe une superficie totale de 255 km<sup>2</sup>, abrite 184 694 habitants et affiche une densité de population de 724 habitants par km<sup>2</sup>, (BDAU, 2017).

Elle est bordée:

- Au nord par la commune d'Ouled Sidi Brahim,
- Au nord-est par la commune de Maarif,
- À l'est par la commune d'Elhouamed,
- À l'ouest par la commune de Tamsa,
- Au sud-est par la commune d'Oueltem,
- Au sud-ouest par la commune d'Ehamel.

Elle est située aux coordonnées spatiales suivantes : 4° 11' de longitude et 35° 13' de latitude nord.



**Figure 9:** Carte de Bou Saada et ses environs, (Benchelahli, 2024).

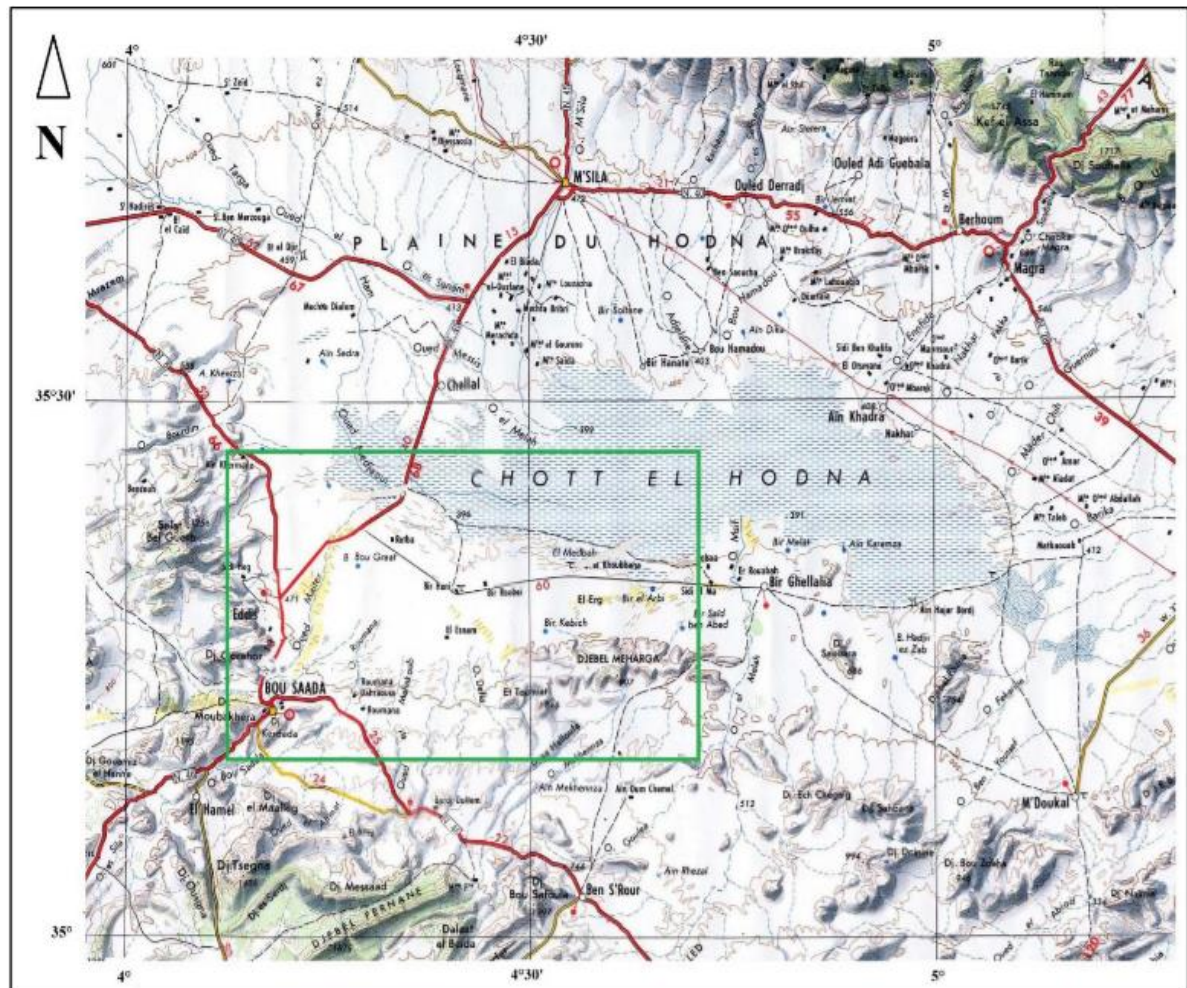
## 2-2 Le relief de région de Boussaâda :

Il se caractérise par la présence de chaînes montagneuses de diverses orientations, surtout dans les parties sud et sud-ouest. On y trouve notamment les reliefs suivants :

- ☐ Djebel Grigour, au nord-ouest de la ville,
- ☐ Djebel Moubkhira, au sud-ouest du chef-lieu, culminant à 772 mètres,
- ☐ Djebel Kerdada, au sud, avec une altitude de 947 mètres,
- ☐ Mont de Menkeb Sidi Brahim, au sud-est de la ville, à 718 mètres, et Djebel El Maalleg, au sud de la commune, Les terres agricoles du nord-est, notamment aux abords du village agricole d'El Maadher et aussi de nombreuses vallées traversent la région de Boussaâda :
- ☐ La vallée de l'oued Boussaâda forme un couloir entre Djebel Mené et Djebel Kerdada, et coule au pied de ce dernier avant de se jeter dans la plaine nord.
- ☐ La vallée d'Oued Maîter, située à l'ouest de Boussaâda à une altitude de 587 mètres, forme un couloir venteux influencé par les vents d'ouest et du nord, créant des champs de dunes orientés ouest-sud-ouest vers est-nord-est.



Les structures récentes du relief, souvent instables, incluent des dunes au pied de montagnes comme Djebel Kerdada. Sur la rive est de l'Oued Maïter, on trouve des champs de Sebkhha où les larges lits de l'oued, souvent asséchés, sont soumis à la déflation des vents de l'ouest, (BDAU, 2017).



Echelle : 1/500 000

**Figure 10:** Carte topographique de la zone d'étude, (Mokhtari, 2024).

### 2-3 Réseaux hydrographique :

La configuration du relief, la complexité tectonique, la couverture végétale discontinue ainsi que l'hétérogénéité de la lithologie constituent autant de facteurs ayant influencé l'organisation du réseau hydrographique dans la zone étudiée. Celui-ci est structuré principalement autour de deux oueds majeurs, dont le plus important est l'Oued Maïter. Ce dernier, à régime d'écoulement temporaire durant la dernière décennie, présente une forte pente dans sa partie sud-ouest qui s'atténue progressivement en direction du nord-est jusqu'à son débouché dans le Chott El Hodna.

L'autre cours d'eau significatif est l'Oued Boussaâda, qui traverse la ville de part en part et sert d'exutoire aux eaux usées urbaines (Fig10).

On observe également la présence de plusieurs oueds secondaires, eux aussi à écoulement temporaire et mal défini, tels que l'Oued Roumana, l'Oued El Mehakoub, l'Oued Oultem et l'Oued Defla, (**Amroune, 2008**).

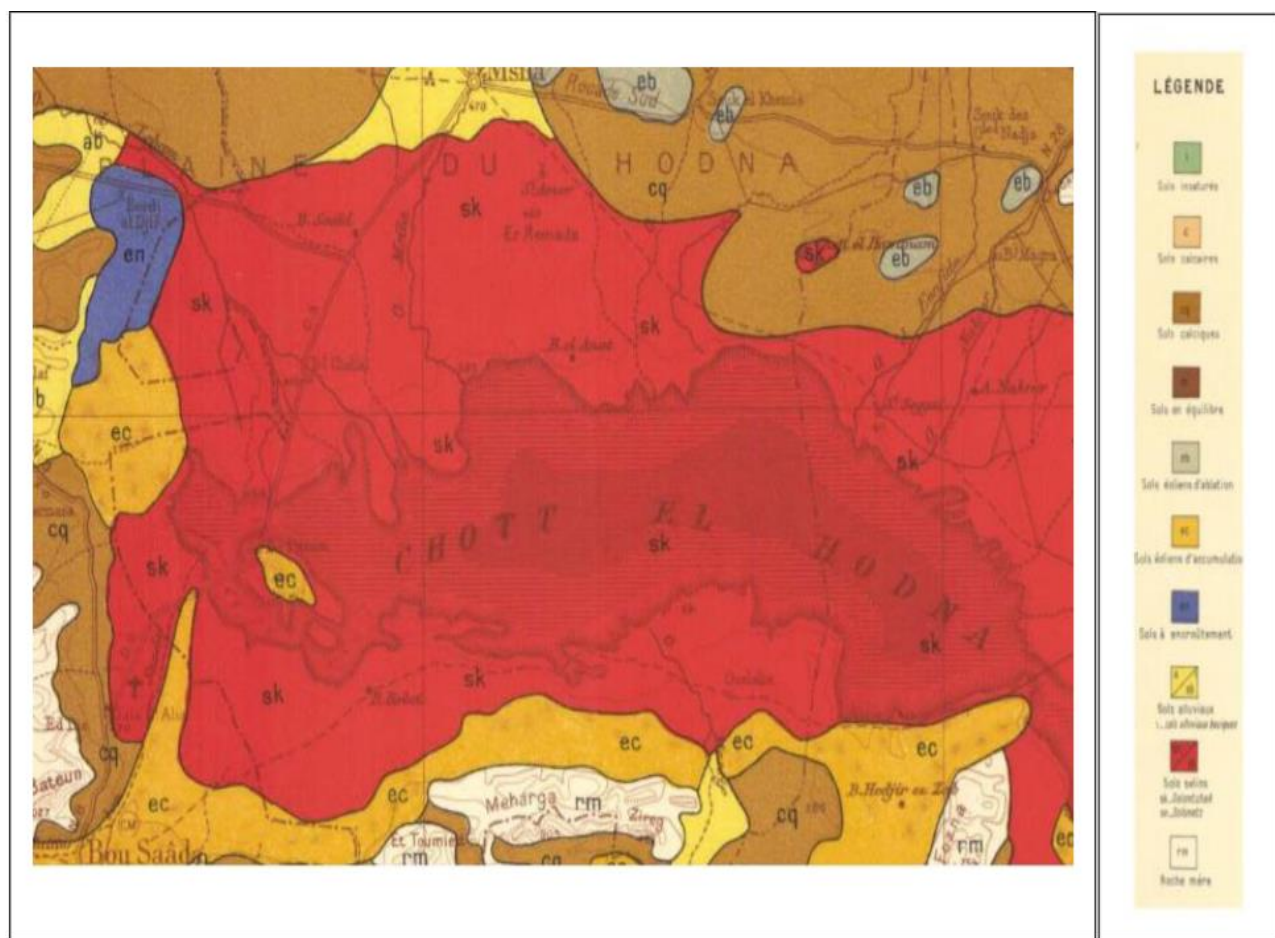
## 2-4 Sol :

La texture du sol de la plaine de Boussaâda est majoritairement sableuse. Elle se distingue par la formation des sols minéraux bruts éoliens (Fig. 11). Outre le quartz, la matrice du sol est principalement constituée de carbonates (calcite), le gypse et les sels. En raison de la texture sableuse et de la faible teneur en matière organique, la fertilité des sols est faible avec de petites CEC et la capacité de retenue de l'eau; Par conséquent, l'apport d'engrais et les modifications organiques sont donc nécessaires pour obtenir des rendements satisfaisants, bien que la fertilisation soit réalisée de manière empirique, (**Kaabeche, 1990**).

D'après les recherches pédologiques menées dans la région du Hodna (Boyadgiev 1975) et de WRB (2006), les principaux types de sol identifiés dans la zone irriguée sont:

- *Hautes Arenosols* (Arides);
- *Fluvisols compliqués* (Aride, Gypsique);
- *Gypsisols prolongés* (Aridique);
- *Glycols gypsiques* (Aridique);
- *Gypsic Solonchaks* (Aridique)
- *Haond Solonchaks* (Aridique).





Echelle : 1/500 000

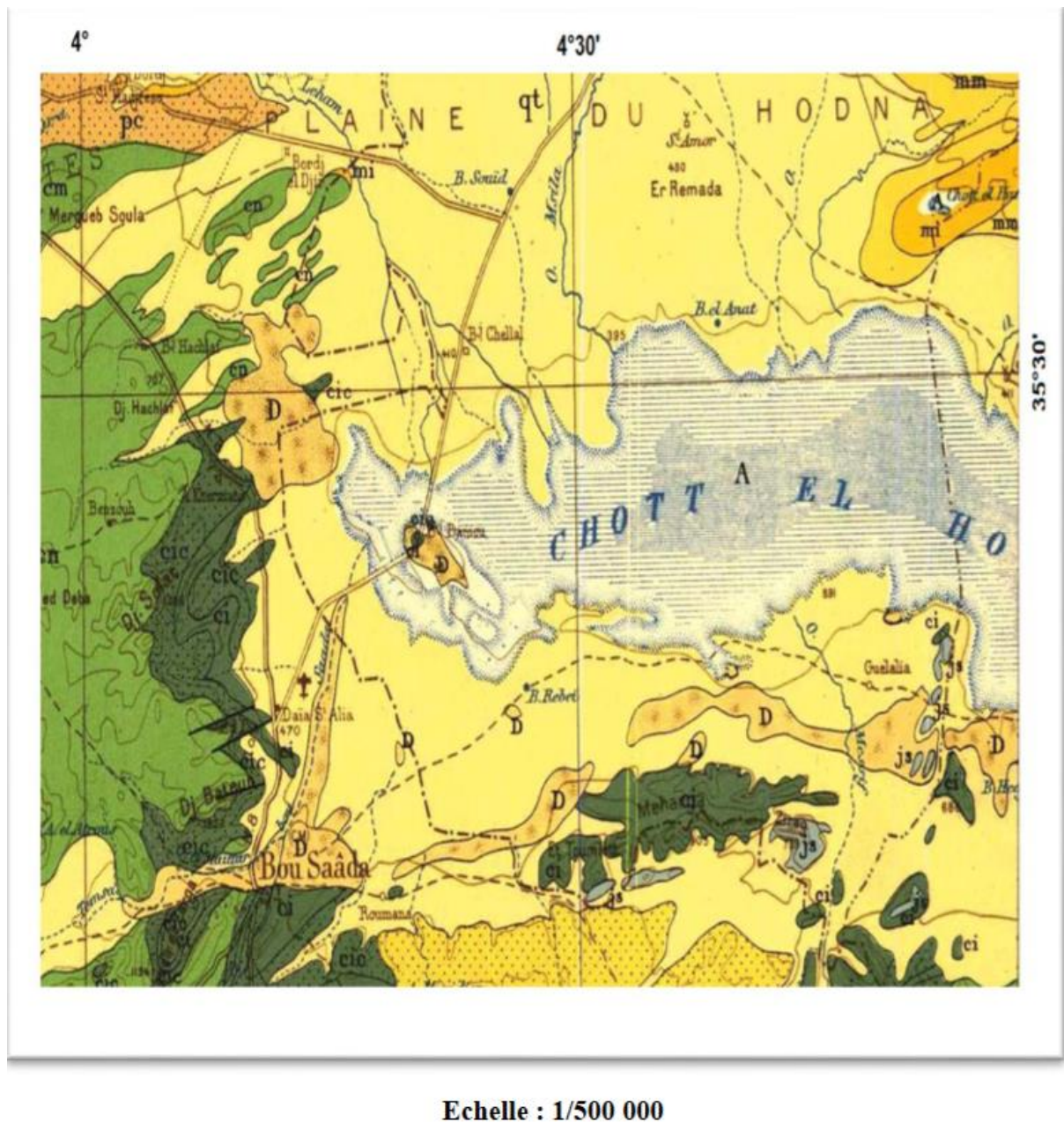
**Figure 11:** Carte pédologique de la zone d'étude, (Mokhtari, 2024).

## 2-5 Végétation :

La végétation à Boussaâda est pauvre. Elle est principalement composée d'espèces typiques des zones steppiques telles que *Stipa tenacissima* (Halfa), *Artemisia herba-alba* (Armoise) et *Atriplex halimus* (Atriplex). On y trouve également des espèces arbustives, parmi lesquelles les plus répandues sont *Tamarix gallica* (Tamaris) et *Ziziphus lotus* (Jujubier), (Kaabeche & Lacoste, 1990).

## 2-6 Géologie :

Pour évaluer la qualité des eaux souterraines, et d'après la carte géographique (Fig12) l'étude géologique du terrain s'avère indispensable. Elle permet d'identifier les formations susceptibles d'abriter des aquifères, en se basant sur leur lithologie, ainsi que de comprendre la qualité chimique des eaux qu'elles contiennent.



**Figure 12:** Carte géologique de la zone d'étude, (Kaabeche et Lacoste, 1990).

**Légende :**

<b>qt:</b> Quaternaire	<b>D :</b> Dunes	<b>pc :</b> Pliocène	
<b>mm :</b> Miocène moyen	<b>mi :</b> Miocène inférieur	<b>o :</b> oligocène	
<b>es :</b> Eocène supérieur	<b>em :</b> Eocène moyen	<b>ei :</b> Eocène inférieur	
<b>Ct :</b> Maastrichtien	<b>Cn :</b> Aptien	<b>Ci :</b> Berriasien	<b>t :</b> Trias