



DEMOCRATIC AND POPULAR ALGERIAN REPUBLIC

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

MINISTRY OF HIGHER EDUCATION AND SCIENTIFIC RESEARCH

جامعة الشاذلي بن جديد - الطارف

CHADLI BENDJEDID EL TARF UNIVERSITY

كلية علوم الطبيعة والحياة

FACULTY OF NATURE AND LIFE SCIENCES

قسم العلوم الفلاحية



Mémoire de Fin d'Études

Présenté en vue de l'obtention d'un Diplôme de Master en

«Production et nutrition animale »

Thème

## Valorisation des Acacias en niveau de la région d'El Tarf

Présenté Par : BENARFA Rayene

Soutenue publiquement le : 16/06/2026

Devant le jury composé de :

| NOM et Prénom      | Grade | Etablissement                           | Qualité      |
|--------------------|-------|-----------------------------------------|--------------|
| MERDADI Latifa     | Pr    | Université Chadli Bendjedid-El-Tarf     | Président    |
| CHAKER HOUD Kahina | Pr    | Université Chadli Bendjedid-El-Tarf     | Directeur    |
| BOUDECHICHE Lamia  | Pr    | Université Chadli Bendjedid-El-Tarf     | Co-Directeur |
| ATTIA Kheyreddine  | MCB   | Université Chadli Bendjedid-El-Tarf     | Examineur    |
| LAADJAL Abdessatar | MR    | Centre de recherche en agropastoralisme | Examineur    |

Année universitaire : 2025/2026

# *Remerciement*

Avant de commencer la présentation de ce travail, je tiens à exprimer mes sincères remerciements et ma profonde gratitude à toutes les personnes qui ont contribué, de près ou de loin, à la réalisation de ce modeste travail.

J'adresse tout particulièrement mes plus vifs remerciements à mon encadreuse, Mme CHAKER HOUD Kahina, qui a été pour moi un véritable guide tout au long de cette étude.

Je la remercie infiniment pour ses précieux conseils, ses orientations judicieuses, sa patience, sa disponibilité ainsi que pour son suivi rigoureux à chaque étape de ce travail. Grâce à son soutien constant et à ses encouragements, j'ai pu mener ce mémoire dans les meilleures conditions.

Je tiens à témoigner de ma profonde gratitude à mon Co-encadreur Pr MEBIROUK-BOUDECHICHE Lamia Enseignante à l'Université Chadli Bendjedid -El Tarf pour toute la confiance qu'elles m'ont accordée pour la réalisation de ce travail.

Je remercie également Pr. MERDACI Latifa Enseignante à l'université Chadli Bendjedid - El Tarf- Qui nous a fait l'honneur d'accepter de présider notre jury

Je remercie également Dr. ATTIA Kheyreddine Enseignante à l'université Chadli Bendjedid -El Tarf- Qui nous a fait l'honneur d'accepter d'examiner notre travail

J'exprime également ma profonde reconnaissance à Dr LAADJAL Abdessatar qui a bien voulu accepter d'examiner notre modeste travail. Ainsi que pour tous les efforts qu'il a fournis à mes côtés durant toute la période de préparation du mémoire. Je le remercie chaleureusement pour son aide précieuse, ses conseils scientifiques, son soutien permanent et sa disponibilité, qui ont largement contribué à l'amélioration et à l'enrichissement de ce travail.

Je tiens aussi à adresser mes sincères remerciements à tous mes honorables enseignants, chacun par son nom et son mérite, qui m'ont accompagnée depuis le début de mon parcours universitaire et qui ont contribué à ma formation scientifique et académique grâce à leurs connaissances, leurs conseils et leur dévouement. Sans oublier Mr Benabdessalem de la direction du PNEK pour son soutien lors des sorties du terrain.

Enfin, je remercie toutes les personnes qui m'ont soutenue, aidée ou encouragée, de près ou de loin, même par une simple parole bienveillante, afin de mener ce travail à son terme.

# *Dédicace*

Grâce à Allah, le Tout-Puissant, j'ai pu réaliser ce travail. Je Lui rends grâce et gratitude pour Ses bienfaits et Son aide.

Je dédie ce travail à **mes très chers parents**, En témoignage de leur amour, de leurs sacrifices et de leur soutien constant tout au long de mon parcours.

À **ma chère mère**, Merci pour tes prières, ta tendresse et ton amour qui ont toujours été ma source de force.

À **mon cher père**, Merci pour tes sacrifices, ta patience et ton soutien précieux pour mon avenir.

Je tiens également à adresser mes sincères remerciements à **mon frère Ayoub**, Qui a toujours été mon plus grand soutien dans les moments difficiles.

À **mes frères** et à **ma sœur Taim et Rahef**, Je vous souhaite beaucoup de réussite, de bonheur et d'épanouissement dans votre vie.

Je dédie également ce travail à mes chères collègues et amies : **Imane, Amina, Nour et Wissal**. Merci pour votre soutien, votre présence et les beaux souvenirs partagés.

Enfin, je dédie également ce travail à **moi-même, Rayene**, Pour tous les efforts fournis, la persévérance, la patience et les sacrifices consentis tout au long de ce parcours. Malgré les difficultés et les moments de doute, je n'ai jamais cessé de croire en mes capacités ni d'avancer vers mes objectifs.

Je suis fière du chemin parcouru et de cette réalisation qui représente le fruit de mon travail, de ma détermination et de ma volonté de réussir

**Benarfa Rayene.....**

# *Liste des figures*

|                                                                                                   |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Figure 0 1</b> : Carte Administrative de la Wilaya montrant les limites communales .....       | 6  |
| <b>Figure 02</b> : Localisation géographique du parc national d'El-Kala.....                      | 29 |
| <b>Figure 03</b> : Mise des échantillons d'Acacia dans l'étuve pour le séchage au laboratoire ... | 32 |
| <b>Figure 04</b> : Échantillon d'Acacia après séchage et broyage .....                            | 32 |
| <b>Figure 05</b> : Incinération des échantillons d'Acacia à 550 °C .....                          | 34 |
| <b>Figure06</b> : Unité de distillation Kjeldahl (BÜCHI K-350).....                               | 35 |
| <b>Figure0 7</b> : <i>Acacia longifolia</i> . ....                                                | 38 |
| <b>Figure 08</b> : <i>Acacia melanoxylon</i> . ....                                               | 39 |
| <b>Figure 0 9</b> : <i>Acacia cyanophylla</i> . ....                                              | 40 |
| <b>Figure 10</b> : <i>Acacia albizia</i> . ....                                                   | 41 |
| <b>Figure 11</b> : <i>Acacia mearnsii</i> . ....                                                  | 42 |
| <b>Figure 12</b> : <i>Acacia horrida</i> . ....                                                   | 43 |

# *Liste des tableaux*

|                                                                                                                          |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Tableau 0 1:</b> Coordonnées géographiques des points extrêmes de la wilaya .....                                     | 5  |
| <b>Tableau 0 2:</b> Températures moyennes enregistrées durant la période d'étude dans la région d'El-Kala .....          | 30 |
| <b>Tableau 03 :</b> Répartition des pluies en fonction des mois durant la période d'étude .....                          | 31 |
| <b>Tableau04 :</b> Humidité relative de l'air (%) durant la période d'étude.....                                         | 31 |
| <b>Tableau 0 5:</b> Teneur en matière sèche (% MS) des espèces d'Acacias durant les deux saisons de l'étude.....         | 45 |
| <b>Tableau06 :</b> Teneur en matière minérale (% MS) des espèces d'Acacias durant les deux saisons de l'étude.....       | 46 |
| <b>Tableau0 7 :</b> Teneur en matière organique (% MS) des espèces d'Acacias durant les deux saisons de l'étude.....     | 47 |
| <b>Tableau08 :</b> Teneur en matière azotée totale (% MS) des espèces d'Acacias durant les deux saisons de l'étude ..... | 48 |

## **Résumé**

Les légumineuses arbustives constituent une importante source fourragère pour l'alimentation des animaux herbivores dans les systèmes d'élevage extensifs.

La présente étude a porté sur l'évaluation de la diversité biologique des espèces du genre *Acacia* ainsi que de leur composition chimique primaire au sein du parc national d'El Kala (PNEK) durant les saisons hivernale et printanière de l'année 2026.

Les résultats ont révélé une richesse composée de six espèces d'*Acacia*, avec une variabilité dans leur abondance et leur répartition.

L'analyse de la composition chimique a montré des teneurs élevées en matière sèche (MS) et en matière organique (MO), tandis que la matière minérale (MM) reste relativement faible. Concernant, la matière azotée totale (MAT), les résultats ont mis en évidence une variabilité interspécifique et saisonnière, avec des valeurs globalement plus élevées au printemps qu'en hiver, traduisant une richesse protéique importante des feuilles des espèces étudiées.

Ces résultats confirment l'intérêt fourrager des espèces d'*Acacia* et leur potentiel en tant que ressource alimentaire pour les systèmes d'élevage en zones semi-arides.

**Mots clés :** *Acacia*, biodiversité, PNEK, composition chimique primaire, saison.

## ملخص

تعتبر البقوليات الشجيرية مصدراً علفياً مهماً لتغذية الحيوانات العاشبة في أنظمة الرعي المفتوحة. ركزت هذه الدراسة على تقييم التنوع البيولوجي للأنواع التابعة لجنس الأكاسيا (السنط)، بالإضافة إلى تركيبها الكيميائي الأولي، وذلك داخل الحظيرة الوطنية للقال (PNEK) خلال فصلي الشتاء والربيع من عام 2026.

كشفت النتائج عن ثراء بيولوجي يتمثل في ستة أنواع من الأكاسيا، مع وجود تباين في مدى وفرتها وتوزيعها.

أظهر تحليل التركيب الكيميائي مستويات عالية من المادة الجافة (MS) والمادة العضوية (MO)، في حين بقيت نسبة المادة المعدنية (MM) منخفضة نسبياً. وفيما يخص المادة الأزوتية الكلية (MAT)، أبرزت النتائج وجود تباين بين الأنواع وتفاوت موسمي، حيث سُجلت قيم أعلى عموماً في فصل الربيع مقارنة بفصل الشتاء، مما يعكس غنى بروتينياً مهماً في أوراق الأنواع المدروسة.

تؤكد هذه النتائج الأهمية العلفية لأنواع الأكاسيا وإمكاناتها كمورد غذائي لأنظمة تربية المواشي في المناطق شبه القاحلة.

**الكلمات المفتاحية:** الأكاسيا (السنط)، التنوع البيولوجي، الحظيرة الوطنية للقال (PNEK)، التركيب الكيميائي الأولي، الموسم.

## **Abstract**

Shrub legumes constitute an important forage source for feeding herbivorous animals in extensive livestock systems. The present study focused on evaluating the biological diversity of species belonging to the genus *Acacia*, as well as their primary chemical composition, within the El Kala National Park (PNEK) during the winter and spring seasons of 2026.

The results revealed a richness composed of six *Acacia* species, with variability in their abundance and distribution.

The analysis of the chemical composition showed high levels of dry matter (DM) and organic matter (OM), while the mineral matter (MM) remained relatively low. Regarding total nitrogenous matter (TNM), the results highlighted interspecific and seasonal variability, with values generally higher in spring than in winter, reflecting a significant protein richness in the leaves of the studied species.

These results confirm the forage value of *Acacia* species and their potential as a feed resource for livestock systems in semi-arid zones.

**Keywords:** *Acacia*, biodiversity, PNEK, primary chemical composition, season.



# Sommaire

*Remerciement*

*Dédicace*

*Liste des figures*

*Liste des tableaux*

Résumé

ملخص

Abstract

**Sommaire**

*Introduction*

Introduction..... 1

*Premier Partie*

*Etude Bibliographique*

Chapitre 1: Présentation de la wilaya d'El Tarf..... 4

1.1. Situation géographique ..... 4

1.1.1. Localisation régionale et nationale..... 4

1.1.2. Organisation administrative et territoriale ..... 5

1.1.3. Morphométrie et données surfaciques..... 6

1.1.4. Accessibilité et infrastructures de transport ..... 6

1.2. Caractéristiques topographiques de la zone d'étude..... 7

1.2.1. La Chaîne Numidique (Le Haut Pays) ..... 7

1.2.2 Le Sahel d'El Kala et les Cordons Dunaires ..... 7

1.2.3. L'analyse des plaines et des zones de dépression ..... 7

1.2.4. La Plaine de la Mafragh et de la Bounamoussa..... 7

1.2.5. Le Système Lagunaire (Crypto-dépressions) ..... 8

1.2.6. Relation Relief-Pluviométrie ..... 8

1.3. Caractéristique édaphique..... 8

1.3.1. Cadre Pédologique Général ..... 8

1.3.2. Les facteurs de formation des sols..... 8

1.3.3. Les Unités Édaphiques du Littoral et des Plainnes ..... 9

|                                                                                                         |           |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>1.4. Caractéristiques hydrologiques .....</b>                                                        | <b>10</b> |
| <b>1.4.1. Un Régime Hydrologique d'Exception .....</b>                                                  | <b>10</b> |
| <b>1.4.2 Les précipitations et le coefficient de ruissellement .....</b>                                | <b>10</b> |
| <b>1.4.3. Hydrogéologie et Ressources Souterraines .....</b>                                            | <b>10</b> |
| <b>1.4.4. Risques Hydrologiques et Gestion de l'Eau.....</b>                                            | <b>11</b> |
| <b>1.5. Caractéristiques climatiques .....</b>                                                          | <b>11</b> |
| <b>1.5.1. La température .....</b>                                                                      | <b>11</b> |
| <b>1.5.2. Les précipitations.....</b>                                                                   | <b>11</b> |
| <b>1.5.3. Relation température-précipitation .....</b>                                                  | <b>11</b> |
| <b>1.5.4. L'humidité de l'air .....</b>                                                                 | <b>12</b> |
| <b>1.6. Végétation et biodiversité.....</b>                                                             | <b>12</b> |
| <b>1.6.1 Types de végétation naturelle.....</b>                                                         | <b>12</b> |
| <b>1.7. Activités agricoles et pastorales .....</b>                                                     | <b>12</b> |
| <b>1.7.1 - Types d'élevage et cultures principales .....</b>                                            | <b>12</b> |
| <b>1.7.2 - Systèmes de production agricole .....</b>                                                    | <b>12</b> |
| <b>Chapitre 2 : L'Acacia, ressource fourragère et valeur nutritionnelle.....</b>                        | <b>14</b> |
| <b>1. Présentation générale de la plante Acacia .....</b>                                               | <b>14</b> |
| <b>1.1. Origine botanique, taxonomie et répartition géographique .....</b>                              | <b>14</b> |
| <b>1.2. Adaptations morphologiques et physiologiques.....</b>                                           | <b>14</b> |
| <b>1.3. Rôle écologique et amélioration des sols.....</b>                                               | <b>15</b> |
| <b>1.4. L'Acacia : Une ressource fourragère stratégique et un "fourrage de soudure"</b><br><b>.....</b> | <b>15</b> |
| <b>1.5. Les composantes consommables et leur impact sur l'élevage.....</b>                              | <b>16</b> |
| <b>1.6. Importance socio-économique pour les communautés agropastorales.....</b>                        | <b>16</b> |
| <b>2. Composition chimique de l'Acacia.....</b>                                                         | <b>16</b> |
| <b>2.1. Les paramètres chimiques fondamentaux.....</b>                                                  | <b>17</b> |
| <b>2.1.1 Matière Sèche (MS) et Matière Organique (MO).....</b>                                          | <b>17</b> |
| <b>2.1.2 Matière Minérale (Cendres) .....</b>                                                           | <b>17</b> |
| <b>2.1.3 Matières Azotées Totales (MAT).....</b>                                                        | <b>17</b> |
| <b>2.1.4 La Cellulose Brute (CB) .....</b>                                                              | <b>18</b> |
| <b>2.1.5 Fractionnement des Fibres (NDF, ADF, ADL) .....</b>                                            | <b>18</b> |
| <b>2.2 Facteurs influençant la composition chimique de l'Acacia.....</b>                                | <b>19</b> |
| <b>2.2.1 L'effet de l'Espèce (Facteur génétique).....</b>                                               | <b>19</b> |
| <b>2.2.2 Les Conditions Environnementales et Pédoclimatiques .....</b>                                  | <b>20</b> |

|                                                                                  |    |
|----------------------------------------------------------------------------------|----|
| 2.2.3 L'Âge de la plante .....                                                   | 21 |
| 2.2.4 Le Stade de développement (Phénologie) .....                               | 21 |
| 2.2.5 La Période de récolte (Saisonnalité).....                                  | 22 |
| 3. Valeur alimentaire de l'Acacia .....                                          | 22 |
| 3.1. Évaluation de la valeur nutritive.....                                      | 22 |
| 3.1.1. L'ingestibilité (Consommation volontaire).....                            | 22 |
| 3.1.2. La digestibilité et le rôle des microorganismes du rumen.....             | 23 |
| 3.1.3. Le paradoxe protéique et les métabolites secondaires des plantes (MSP)... | 23 |
| 3.1.4. Le rôle central des tannins condensés (TC).....                           | 24 |
| 3.1.5. Méthodes de traitement et d'amélioration .....                            | 24 |
| 3.2. Importance de l'Acacia dans l'alimentation des ruminants .....              | 25 |
| 3.2.1. Supplémentation azotée catalytique.....                                   | 25 |
| 3.2.2. Amélioration des performances de production et de reproduction .....      | 25 |
| 3.2.3. Propriétés anthelminthiques (Lutte contre le parasitisme) .....           | 25 |
| 3.2.4. Implications pour la durabilité des systèmes d'élevage.....               | 26 |

## *Deuxième Partie*

### *Matériel et méthodes*

|                                                               |    |
|---------------------------------------------------------------|----|
| 3. Matériel et méthodes .....                                 | 28 |
| 3.1 Objectif de l'étude .....                                 | 28 |
| 3.2 Présentation des zones d'étude .....                      | 28 |
| 3.2.1. Topographie du PNEK .....                              | 29 |
| 3.2.2. Ressources Hydrographiques .....                       | 29 |
| 3.2.3. Cadre Climatologique .....                             | 29 |
| 3.2.3.1. La Température .....                                 | 30 |
| 3.2.3.2. La Pluviométrie.....                                 | 30 |
| 3.2.3.3. L'Humidité .....                                     | 31 |
| 3.3 Période et méthode de prélèvement de la végétation.....   | 31 |
| 3.4 Matériel végétal.....                                     | 33 |
| 3.5 Méthodes d'analyse en laboratoire .....                   | 33 |
| 3.5.1 Détermination la matière sèche (MS) .....               | 33 |
| 3.5.2 La teneur en matière minérale (MM) .....                | 33 |
| 3.5.3 Teneur en matière organique (MO) .....                  | 34 |
| 3.5.4. Détermination de la matière azotée totale (MAT): ..... | 34 |

### *Résultats et discussion*

|                                                                                                |           |
|------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>4.1 Résultats de la biodiversité des espèces du genre Acacia dans le PNEK .....</b>         | <b>37</b> |
| <b>4.1.1 <i>Acacia longifolia</i> (W, 1806).....</b>                                           | <b>37</b> |
| <b>4.1.2 <i>Acacia melanoxylon</i> (R.Br, 1813) .....</b>                                      | <b>38</b> |
| <b>4.1.3 <i>Acacia cyanophylla</i> (L, 1847).....</b>                                          | <b>39</b> |
| <b>4.1.4 <i>Acacia albizia</i> (L, 1806).....</b>                                              | <b>40</b> |
| <b>4.1.5 <i>Acacia mearnsii</i> (W, 1820) .....</b>                                            | <b>41</b> |
| <b>4.1.6 <i>Acacia horrida</i> (W, 1806) .....</b>                                             | <b>42</b> |
| <b>4.2 Résultats de la composition chimique des espèces du genre Acacia dans le PNEK:.....</b> | <b>43</b> |
| <b>4.3 Résultats de la matière sèche (MS).....</b>                                             | <b>44</b> |
| <b>4.4 Résultats de la matière minérale (MM) .....</b>                                         | <b>45</b> |
| <b>4.5 Résultats de la matière organique (MO) .....</b>                                        | <b>46</b> |
| <b>4.6 Résultats de la matière azotée totale (MAT) .....</b>                                   | <b>47</b> |

## ***Conclusion***

## ***Références Bibliographiques***

# *Introduction*

# Introduction

---

## Introduction

Le Parc National d'El Kala constitue l'une des plus importantes aires protégées d'Algérie. Il se caractérise par une grande richesse floristique et une biodiversité remarquable, s'étendant sur une superficie d'environ 80 000 hectares. Ce parc renferme un ensemble de zones humides classées au titre de la Convention de Ramsar et est inscrit comme réserve de biosphère (**Samraoui & Belair, 1998 ; Beddiar *et al.*, 2012**). Situé dans la wilaya d'El Tarf, à l'extrême nord-est de l'Algérie, ce territoire bénéficie d'un climat méditerranéen subhumide favorable au développement d'une végétation diversifiée, qui constitue la base des ressources naturelles exploitées par les populations locales. Cette richesse écologique s'accompagne d'une activité agricole importante, notamment l'élevage bovin de race locale, dont les performances zootechniques demeurent relativement modestes (**Bousbia *et al.*, 2011**), en partie en raison des contraintes alimentaires liées à la saisonnalité des ressources fourragères disponibles dans cet écosystème.

Dans cette région, l'alimentation du bétail repose principalement sur l'exploitation des parcours naturels, considérés comme la source alimentaire la plus économique et la plus accessible pour les éleveurs (**Boutabia *et al.*, 2019**). Toutefois, durant la saison sèche, ces parcours subissent une notable dégradation de leur valeur nutritive en raison de la diminution qualitative et quantitative du couvert herbacé. En revanche, les espèces ligneuses conservent généralement leur feuillage vert, ce qui leur confère un rôle essentiel comme ressource fourragère alternative pendant les périodes de pénurie alimentaire (**Aregawi *et al.*, 2008**). Parmi ces ligneux, les légumineuses arbustives occupent une place particulièrement stratégique en raison de leur disponibilité pendant les périodes de déficit et de leurs qualités nutritionnelles reconnues.

En effet, certaines légumineuses arbustives présentent un intérêt nutritionnel considérable pour les ruminants, notamment en raison de leur teneur élevée en protéines, en énergie et en éléments minéraux, ainsi que de leur bonne digestibilité et de leur appétibilité satisfaisante (**Mlambo *et al.*, 2009**). Leur utilisation comme complément ou substitut fourrager constitue une stratégie reconnue pour améliorer la disponibilité et la qualité des rations des animaux d'élevage, en particulier durant les périodes critiques de déficit fourrager (**Chentli, 2015**). C'est dans ce cadre que le genre *Acacia*, largement représenté dans les formations végétales du Parc National d'El Kala, retient particulièrement l'attention.

## Introduction

---

Le Parc National d'El Kala abrite en effet plusieurs espèces du genre *Acacia*, introduites pour la plupart à partir des années 1970, notamment : *Acacia horrida*, *Acacia cyanophylla*, *Acacia longifolia*, *Acacia mearnsii* et *Acacia melanoxylon* et *Acacia albizia*. Ces espèces, désormais naturalisées dans différentes formations végétales du parc, y atteignent une abondance notable. Malgré leur relative abondance et leur accessibilité, la valorisation de ces espèces en tant que ressources fourragères demeure encore peu documentée dans le contexte local, et leur composition chimique ainsi que leur potentiel nutritif restent insuffisamment caractérisés.

C'est dans cette perspective que s'inscrit la présente étude, qui poursuit deux objectifs complémentaires : d'une part, évaluer la diversité biologique des espèces arbustives légumineuses, notamment du genre *Acacia*, présentes dans le Parc National d'El Kala après plus de 50 ans de leurs introduction ; d'autre part, déterminer la composition chimique de leurs feuilles afin d'estimer leur valeur nutritive et d'apprécier leur potentiel d'utilisation dans l'alimentation des ruminants au sein de cet écosystème protégé.

*Premier Partie*

*Etude Bibliographique*



**Chapitre 1: Présentation de la wilaya d'El Tarf****1.1. Situation géographique****1.1.1. Localisation régionale et nationale**

La wilaya d'El Tarf occupe une position géostratégique de premier plan à l'échelle nationale et maghrébine. Située à l'extrême Nord-Est de l'Algérie, elle constitue la porte orientale du pays et une véritable charnière entre l'espace tellien, la façade maritime méditerranéenne et le territoire tunisien (Cote, 1996).

Elle s'inscrit géographiquement dans la région naturelle du Tell oriental, une zone caractérisée par une complexité orographique marquée (alternance de plaines littorales et de massifs forestiers) et par une pluviométrie abondante. Elle fait partie de l'ensemble régional du Nord-Est, polarisé par la métropole d'Annaba, tout en conservant une identité rurale et écologique distincte (Dubois, 2003).

Sur le plan géodésique, la zone d'étude s'étend sur une forme allongée d'Est en Ouest. Les coordonnées géographiques extrêmes de la wilaya (Système WGS84) sont définies comme suit selon l'Institut National de Cartographie et de Télédétection (INCT, 2020)

- **Latitude** : Elle s'étire entre le parallèle 36°27' Nord (Sud de la commune de Bouhadjar) et le parallèle 36° 56' Nord (Cap Roux, El Kala).
- **Longitude** : Elle se déploie entre le méridien 7°46' Est (limite Ouest avec Annaba/Berrahal) et le méridien 8° 39' Est (frontière tunisienne).

Cette localisation place la wilaya franchement dans le domaine bioclimatique méditerranéen humide, influencé directement par les vents d'Ouest chargés d'humidité (Seltzer, 1946 ; ONM, 2021).

Tableau 01 : Coordonnées géographiques des points extrêmes de la wilaya

| Point Cardinal | Localisation Approximative         | Latitude (N) | Longitude (E) |
|----------------|------------------------------------|--------------|---------------|
| Nord           | Cap Roux (El Kala)                 | 36 °56' 15"  | 08°37' 10"    |
| Sud            | Djebel El Ghorra (Bougous/Zitouna) | 36°32' 05"   | 08°22' 40"    |
| Est            | Frontière Tunisienne (El Ayoun)    | 36° 48' 12"  | 08°39' 00"    |
| Ouest          | Embouchure Oued Seybouse (Echatt)  | 36° 51' 30"  | 07°46' 20"    |

*(Source : Élaboration d'après cartes topographiques INCT à 1/50.000)*

### 1.1.2. Organisation administrative et territoriale

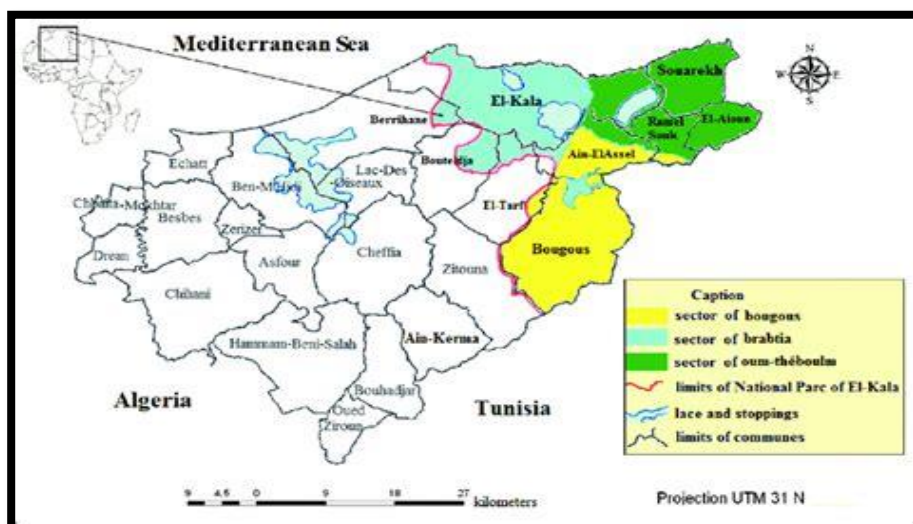
La wilaya d'El Tarf est issue du découpage administratif de **1984** (Loi n° 84-09 du 4 février 1984 relative à l'organisation territoriale du pays). Elle porte le code matricule **36** (Jora n° 06, 1984).

Auparavant, ce territoire dépendait administrativement de la wilaya d'Annaba (ex-Bône). La promotion d'El Tarf au rang de wilaya visait à décentraliser la gestion administrative, à désenclaver les zones frontalières et à mieux gérer le patrimoine forestier exceptionnel de la région (Mate, 2005).

Le chef-lieu de la wilaya est la ville d'**El Tarf**. Le choix de cette localité intérieure, plutôt que la ville côtière historique d'El Kala, répondait à une logique d'aménagement du territoire visant à rééquilibrer le développement vers l'intérieur des terres (DPAT el Tarf, 2022).

L'organisation administrative actuelle se décompose en :

- **07 Daïras** (Circonscriptions administratives).
- **24 Communes** (Collectivités territoriales).



**Figure 0 1 : Carte Administrative de la Wilaya montrant les limites communales (Bentouili, 2007)**

### 1.1.3. Morphométrie et données surfaciques

La superficie totale de la wilaya est officiellement arrêtée à **2 891,75 km<sup>2</sup>** (ONS, RGPH 2008). Cette superficie représente environ **0,12 %** du territoire national. Bien que modeste par sa taille comparée aux wilayas du Sud, El Tarf présente une densité de ressources naturelles (biomasse, eau, sols) exceptionnelle (DGF, 2020).

La répartition spatiale de la population et des activités est dictée par la géographie :

- **La zone Nord (Plaines) :** Représente environ 30% du territoire mais concentre plus de 60% de la population et l'essentiel de l'activité économique (Daïras de Dréan, Besbes, Ben M'Hidi).
- **La zone Sud et Est (Montagnes) :** Représente 70% du territoire, dominée par le couvert forestier du Parc National d'El Kala, avec une densité de population beaucoup plus faible (Daïras de Bouhadjar, El Kala, El Tarf) (Wilaya d'El Tarf, 2021).

### 1.1.4. Accessibilité et infrastructures de transport

La situation de la wilaya d'El Tarf, longtemps considérée comme excentrée, a été considérablement améliorée par le développement des infrastructures de transport structurantes, comme le soulignent les rapports de la Direction des Travaux Publics (DTP, 2020).

**1.2. Caractéristiques topographiques de la zone d'étude****1.2.1. La Chaîne Numidique (Le Haut Pays)**

Le relief de la wilaya est dominé au Sud et à l'Est par les monts de la Medjerda et de la Kroumirie. Ces massifs présentent une topographie vigoureuse :

- Altitudes : Le gradient altimétrique s'élève rapidement depuis la côte vers l'intérieur. Les sommets principaux incluent le Djebel Ghorra (1 202 m) et le Djebel El-Koursi.
- Morphologie : Les sommets sont souvent tabulaires ou en crêtes acérées, sculptés dans le grès. Les versants sont caractérisés par des pentes raides (souvent > 30%), provoquant un ruissellement agressif.
- Géomorphologie : La prédominance des grès de Numidie sur des assises argileuses crée une instabilité topographique, se manifestant par des glissements de terrain fréquents lors des saisons de fortes pluviométries (**Marre, 1992**).

**1.2.2 Le Sahel d'El Kala et les Cordons Dunaires**

C'est une zone intermédiaire entre la mer et les plaines. La topographie y est onduleuse :

- Dunes Anciennes : Des collines de sable roux, fixées par la forêt de chêne-liège, atteignent des altitudes de 100 m.
- Dunes Vives : Sur le littoral, des dunes blanches mobiles modifient constamment la ligne de côte, créant un micro-relief en perpétuel mouvement sous l'effet des vents de secteur Nord-Ouest.

**1.2.3. L'analyse des plaines et des zones de dépression**

Le trait le plus distinctif d'El Tarf est sa vaste zone basse, qui constitue un réceptacle naturel pour les eaux de montagne.

**1.2.4. La Plaine de la Mafragh et de la Bounamoussa**

Ces plaines sont des fossés d'effondrement comblés par des alluvions quaternaires.

- Topographie Plane : Les altitudes varient entre 0 et 10 mètres. La pente moyenne est dérisoire (0,5% à 1%), ce qui empêche une évacuation efficace des eaux vers la mer.
- Les zones d'épandage : Lors des crues, l'absence de relief marqué transforme ces plaines en vastes lacs temporaires. C'est ce qu'on appelle la dynamique de "plaine d'inondation" (**Ghosn, 2011**).

**1.2.5. Le Système Lagunaire (Crypto-dépressions)**

La topographie s'abaisse parfois sous le niveau de la mer ou reste au niveau zéro :

- Lac Mellah : Une lagune d'effondrement dont la profondeur maximale atteint 6 mètres, entourée de collines abruptes au Sud et de dunes basses au Nord.
- Lac Oubeira et Tonga : Ce sont des cuvettes endoréiques. Leur topographie en "cuvette" facilite la sédimentation lacustre, les comblant progressivement au fil des siècles.

**1.2.6. Relation Relief-Pluviométrie**

Le relief joue le rôle de "château d'eau". L'effet d'écran créé par les monts du Sud provoque des précipitations orographiques dépassant 1 200 mm/an sur les sommets, tandis que le littoral reçoit environ 700 à 800 mm. Cette différence d'altitude de seulement 1 000 m modifie radicalement le bilan hydrique (**Sari, 1995**).

**1.3. Caractéristique édaphique****1.3.1. Cadre Pédologique Général**

La pédogenèse (formation des sols) dans la wilaya d'El Tarf est le résultat d'une interaction complexe entre un climat hyper-humide, une végétation dense et une géologie variée. Les sols d'El Tarf se caractérisent par une grande diversité, allant des sols sableux littoraux aux sols forestiers profonds des montagnes.

**1.3.2. Les facteurs de formation des sols**

- **Le Climat** : La forte pluviométrie (pluviométrie orographique) favorise le lessivage des éléments minéraux et l'altération chimique des roches mères.
- **La Roche Mère** : On distingue trois grandes origines : les grès de Numidie (sols acides), les alluvions fluviales (sols riches et profonds) et les dépôts éoliens (sols sableux).
- **La Végétation** : Le couvert forestier (Chêne-liège, Chêne-zéen) apporte une litière organique abondante, essentielle à la création de l'humus (**PNEK, 2005**).

**1.3.3. Les Unités Édaphiques du Littoral et des Plaines****A- Les Sols Sablonneux (Sols Minéraux Bruts)**

Localisés le long de la frange maritime et sur les cordons dunaires.

- Caractéristiques : Ce sont des sols à texture grossière, très filtrants, pauvres en matière organique et en éléments nutritifs.
- Les Dunes Rouges : Contrairement aux dunes blanches, ces sols anciens (paléosols) présentent un début de rubéfaction (enrichissement en oxydes de fer), ce qui leur donne une meilleure capacité de rétention d'eau, idéale pour la subéraie (forêt de chêne-liège).

**B- Les Sols Hydromorphes des Zones Humides**

Autour des lacs (Oubeira, Tonga, Mellah) et dans la plaine de la Mafragh.

- Définition : Ce sont des sols marqués par un excès d'eau permanent ou temporaire qui sature les pores du sol, empêchant l'oxygénation.
- Morphologie : On y observe des taches de rouille ou de gley (couleur gris-bleu). Ces sols sont riches en argiles et en limons.
- Contraintes : Difficiles à travailler en hiver car trop lourds, et très durs en été suite au retrait argileux (fentes de dessiccation) (**Bneder, 2005**).

**C- Les Sols Forestiers et de Montagne****Les Sols Bruns Lessivés et Podzoluves**

On les retrouve sur les versants des monts de la Kroumirie et de la Medjerda.

- Composition : Issus de l'altération des grès et des schistes. Ce sont des sols profonds, acides (pH souvent  $< 6$ ), riches en humus forestier.
- Aptitude : Ils constituent le support privilégié des grandes forêts de chênes. La présence de silice (issue du grès) leur confère une structure légère mais fragile face à l'érosion.

**Les Rankers et Sols Lithiques**

Situés sur les crêtes et les fortes pentes ( $> 25\%$ ).

- Caractéristiques : Sols très minces, peu évolués, où la roche mère affleure souvent.

- Rôle : Ils n'ont pas de valeur agricole mais sont cruciaux pour la protection de l'écosystème montagnard contre le ravinement.

#### **1.4. Caractéristiques hydrologiques**

##### **1.4.1. Un Régime Hydrologique d'Exception**

La wilaya d'El Tarf est souvent qualifiée de "château d'eau" de l'Algérie. Son hydrologie est marquée par une abondance de ressources, fruit d'une pluviométrie record (souvent supérieure à 1 000 mm/an) et d'une topographie qui favorise la convergence des eaux vers le littoral.

##### **1.4.2 Les précipitations et le coefficient de ruissellement**

Le régime hydrologique est de type méditerranéen humide. L'essentiel de l'écoulement se produit entre novembre et avril.

- **Le Ruissellement** : En raison de la nature argilo-gréseuse des montagnes du Sud (Grès de Numidie), le coefficient de ruissellement est élevé (environ 25 à 30 %). Cela signifie qu'une part importante des pluies se transforme immédiatement en débit de surface, alimentant les oueds de manière brutale (**Kherici, 1993**).
- **L'Évapotranspiration** : Malgré l'humidité, l'évapotranspiration réelle (ETR) est forte en été, ce qui entraîne un assèchement partiel des petits cours d'eau, bien que les grands lacs conservent leur niveau grâce aux nappes.

##### **1.4.3. Hydrogéologie et Ressources Souterraines**

Sous la surface, la wilaya d'El Tarf recèle des réservoirs aquifères stratégiques.

- **L'Aquifère des Sables de la Plaine** : Il s'agit d'une nappe phréatique contenue dans les alluvions et les sables dunaires. Accessibilité : La nappe est très superficielle (souvent à moins de 2 mètres de profondeur). Vulnérabilité : En raison de sa proximité avec la surface, cette ressource est extrêmement vulnérable aux pollutions agricoles (nitrates) et à l'intrusion saline près des côtes.
- **L'Aquifère Gréseux (Nappe profonde)** : Logé dans les fissures des Grès de Numidie, cet aquifère est plus difficile d'accès mais fournit une eau d'excellente qualité chimique (faiblement minéralisée). Il alimente de nombreuses sources de montagne qui restent pérennes même en période de sécheresse.

**1.4.4. Risques Hydrologiques et Gestion de l'Eau**

- **Le Risque d'Inondation :** L'aléa inondation est le risque majeur à El Tarf. La topographie basse des plaines (Mafragh, Bouteldja) agit comme une cuvette. En période de fortes pluies, le sol sature rapidement (hydromorphie) et l'eau stagne en surface, provoquant des crues lentes mais durables qui paralysent l'activité économique (Ghosn, 2011).
- **L'Envasement des Retenues :** L'érosion des reliefs du Sud transporte d'énormes quantités de sédiments vers les barrages. Le barrage de Cheffia subit un envasement progressif qui réduit sa capacité de stockage au fil des décennies, posant un défi pour la sécurité hydrique à long terme.

**1.5. Caractéristiques climatiques**

Le climat d'El Tarf est de type méditerranéen subhumide à humide, caractérisé par des hivers doux et pluvieux, et des étés chauds et secs. Ce climat est fortement nuancé par l'influence maritime et le relief.

**1.5.1. La température**

Les températures sont modérées sur la bande littorale grâce à la brise marine, mais l'amplitude thermique augmente vers l'intérieur des terres (Kroumirie).

- **Moyennes :** La moyenne hivernale oscille autour de 10°C à 12°C, tandis que les moyennes estivales atteignent 26°C à 30°C. Les gels sont rares sur la côte mais fréquents en altitude (Djebel Ghorra) (ONM, 2020).

**1.5.2. Les précipitations**

C'est le paramètre climatique le plus remarquable de la wilaya.

- **Abondance :** Les précipitations annuelles moyennes varient de 700 mm sur le littoral à plus de 1 200 mm sur les massifs forestiers du Sud. Les pluies sont concentrées entre novembre et mars, souvent sous forme d'averses violentes (Sari, 1995).

**1.5.3. Relation température-précipitation**

L'analyse croisée des températures et des précipitations permet de définir la saison sèche.

- **Diagramme ombrothermique :** Selon l'indice de Gaussen ( $P < 2T$ ), la période de sécheresse estivale à El Tarf dure généralement de juin à septembre (3 à 4 mois). Cette période critique dicte le rythme de croissance de la végétation et augmente le risque d'incendies (Cote, 2006).



**1.5.4. L'humidité de l'air**

- L'humidité relative est exceptionnellement élevée tout au long de l'année, dépassant souvent les 75% à 80% en moyenne.
- Facteurs : La proximité de la mer, la présence des grands lacs (Tonga, Oubeira, Mellah) et la forte évapotranspiration de la masse forestière créent un microclimat saturé en vapeur d'eau, favorisant les rosées matinales estivales qui profitent à la végétation (Marre, 1992).

**1.6. Végétation et biodiversité**

Abritant le Parc National d'El Kala (PNEK), la wilaya est un véritable sanctuaire de biodiversité (Point chaud de biodiversité en Méditerranée).

**1.6.1 Types de végétation naturelle**

Le couvert végétal est organisé en étages bioclimatiques :

- **Forêts et maquis** : Dominance absolue du Chêne-liège (*Quercus suber*) sur les sols siliceux, et du Chêne-zéen (*Quercus canariensis*) dans les zones d'altitude plus humides. Le sous-bois est riche en arbousiers, bruyères et myrtes (Djebaili, 1990).
- **Végétation aquatique et ripicole** : Les zones humides abritent des forêts d'Aulne glutineux (*Alnus glutinosa*) et des denses roselières (*Phragmites australis*), un écosystème rarissime en Afrique du Nord (Ghosn, 2011).

**1.7. Activités agricoles et pastorales**

L'agriculture dicte le rythme socio-économique des zones rurales de la wilaya.

**1.7.1 - Types d'élevage et cultures principales**

- Cultures dominantes : La tomate industrielle est la culture phare des plaines. Sur les sols sablonneux de Bouteldja, on observe des cultures spécialisées comme l'arachide et la pastèque. L'arboriculture (agrumes, oliviers) est présente sur les piémonts.
- L'élevage : L'élevage bovin (laitier et à viande) est prédominant. L'apiculture est également une activité traditionnelle florissante grâce à la diversité florale (Erica, arbousier) (Bouasla, 2012).

**1.7.2 - Systèmes de production agricole**

- **Système intensif** : Pratiqué dans la plaine de la Mafragh et Dréan, caractérisé par la mécanisation, l'irrigation massive, et l'utilisation d'intrants chimiques.

- **Système extensif et sylvopastoral** : Dans les zones montagneuses, l'agriculture reste familiale, associant petite arboriculture et pâturage en sous-bois. Ce dernier système, s'il est mal géré (surpâturage), entrave la régénération naturelle de la forêt (**Sari, 1995**).

**Chapitre 2 : L'Acacia, ressource fourragère et valeur nutritionnelle****1. Présentation générale de la plante Acacia****1.1. Origine botanique, taxonomie et répartition géographique**

Le genre *Acacia* appartient à la vaste famille des *Fabaceae* (anciennement appelées Légumineuses) et à la sous-famille des *Mimosoideae*. Ce genre comprend plus de 1300 espèces réparties à travers le monde, avec une prédominance marquée dans les régions tropicales, subtropicales et particulièrement dans les zones arides et semi-arides de l'Afrique, de l'Australie et du Moyen-Orient (**Maslin *et al.*, 2003**). Sur le continent africain, les acacias constituent souvent l'élément floristique dominant des savanes arbustives et des steppes, formant des paysages sylvopastoraux caractéristiques. Des espèces telles que *Acacia tortilis*, *Acacia nilotica*, *Acacia seyal* ou encore *Acacia cyanophylla* (originale d'Australie mais largement introduite en Afrique du Nord) jouent un rôle écologique et économique de premier plan dans ces écosystèmes fragiles (**Baumer, 1983**).

**1.2. Adaptations morphologiques et physiologiques**

Les zones arides et semi-arides se caractérisent par des conditions pédoclimatiques extrêmes : une pluviométrie faible (souvent inférieure à 400 mm/an), une répartition erratique des pluies, des températures estivales caniculaires et des sols généralement pauvres en matière organique et sujets à l'érosion. Pour prospérer dans un tel environnement, l'Acacia a développé un arsenal de mécanismes adaptatifs remarquables.

Sur le plan morphologique, la majorité des acacias développent un système racinaire extrêmement profond (système pivotant) capable d'explorer les horizons inférieurs du sol pour puiser l'eau des nappes phréatiques, tout en possédant un réseau racinaire superficiel étendu pour capter la moindre humidité issue de faibles précipitations (**Le Houérou, 1980**). Le feuillage présente également des adaptations xérophytiques majeures : chez de nombreuses espèces, les feuilles bipennées sont réduites ou remplacées par des phyllodes (des pétioles aplatis assurant la photosynthèse), ce qui réduit considérablement la surface foliaire exposée au soleil et limite les pertes en eau par évapotranspiration (**Fagg & Stewart, 1994**). De plus, la présence d'épines acérées constitue un mécanisme de défense physique contre la surexploitation par les herbivores sauvages ou domestiques.

**1.3. Rôle écologique et amélioration des sols**

Avant même de considérer son rôle fourrager, il est impératif de souligner l'importance écologique de l'Acacia. En tant que légumineuse, cette plante possède la capacité exceptionnelle de fixer l'azote atmosphérique (N<sub>2</sub>) grâce à une symbiose avec des bactéries du genre *Rhizobium* ou *Bradyrhizobium* logées dans les nodosités de ses racines (**Dommergues, 1987**). Cette fixation biologique enrichit les sols pauvres en azote, un macronutriment souvent limitant.

Par ailleurs, la litière formée par la chute des feuilles et des gousses d'Acacia crée un microclimat sous la canopée de l'arbre. Cette accumulation de matière organique améliore la structure du sol, augmente sa capacité de rétention en eau et favorise le développement d'une strate herbacée sous-jacente de meilleure qualité (**Belsky et al., 1989**). L'arbre agit ainsi comme un "îlot de fertilité" et joue un rôle crucial dans la lutte contre la désertification et l'érosion éolienne et hydrique.

**1.4. L'Acacia : Une ressource fourragère stratégique et un "fourrage de soudure"**

Dans les systèmes d'élevage extensif, l'alimentation du bétail (ovins, caprins, camélins et bovins) repose principalement sur l'exploitation des parcours naturels. Cependant, ces parcours sont soumis à une forte saisonnalité. Pendant la longue saison sèche, la strate herbacée (majoritairement composée de graminées) se dessèche rapidement. Elle perd sa valeur nutritive, sa teneur en protéines chute drastiquement (souvent en dessous du seuil critique de 7% nécessaire au maintien de la flore microbienne du rumen), et sa paroi cellulaire se lignifie, réduisant ainsi sa digestibilité (**Ben Salem & Smith, 2008**).

C'est durant cette période critique que l'Acacia acquiert son statut de "fourrage de soudure" indispensable. Contrairement aux herbacées, les arbres et arbustes fourragers conservent leur feuillage vert pendant une grande partie, voire la totalité, de la saison sèche grâce à leurs racines profondes. Les feuilles, les jeunes rameaux (broutage) et les gousses constituent alors une "banque de protéines sur pied" (**Abdelguerfi & Laouar, 2000**). Ils assurent l'apport en azote, en énergie et en minéraux essentiels, permettant aux animaux de combler le déficit nutritionnel des pâturages secs et d'éviter des pertes de poids massives, voire la mortalité au sein des troupeaux.

**1.5. Les composantes consommables et leur impact sur l'élevage**

Les différentes parties de l'Acacia ne sont pas consommées de la même manière ni au même moment de l'année.

- **Les feuilles et les jeunes rameaux :** Ils sont directement broutés par les animaux capables de se dresser sur leurs pattes arrière (comme les caprins) ou dotés d'un long cou (camelins). Les éleveurs pratiquent également l'émondage (coupe de branches) pour rendre ce feuillage accessible aux ovins et bovins. Ce feuillage est particulièrement riche en matières azotées totales (MAT).
- **Les gousses :** Elles représentent une ressource d'une valeur inestimable. Riches en glucides non structuraux, en protéines et en minéraux, les gousses tombent naturellement sur le sol en fin de saison sèche, au moment où la pénurie fourragère est la plus aiguë. Elles sont avidement consommées par le bétail et agissent comme un véritable aliment concentré naturel (**Makkar, 2003**).

**1.6. Importance socio-économique pour les communautés agropastorales**

L'intégration de l'Acacia dans l'alimentation animale transcende le simple aspect zootechnique ; elle possède une dimension socio-économique profonde. Dans de nombreuses régions d'Afrique du Nord et du Sahel, la survie économique des populations nomades et semi-nomades dépend de la résilience de leurs troupeaux face aux sécheresses récurrentes. L'utilisation des ligneux fourragers comme l'Acacia permet de stabiliser les productions animales (maintien d'une lactation minimale, survie des jeunes, maintien de l'état corporel des reproductrices) (**Le Houérou, 1989**). Cela réduit la vulnérabilité des éleveurs face aux aléas climatiques et diminue leur dépendance coûteuse envers les aliments concentrés industriels (comme l'orge ou le son) subventionnés ou importés, renforçant ainsi la sécurité alimentaire et l'autonomie des exploitations pastorales.

**2. Composition chimique de l'Acacia**

La détermination de la composition chimique, souvent réalisée par les méthodes classiques de bromatologie, constitue la première étape incontournable pour évaluer la valeur nutritive d'une ressource fourragère. Pour les espèces ligneuses comme l'Acacia, cette composition présente des spécificités remarquables par rapport aux fourrages herbacés traditionnels (graminées et légumineuses prairiales), notamment en ce qui concerne la nature de leurs parois cellulaires et leur teneur en azote (**Ben Salem *et al.*, 2005**).

**2.1. Les paramètres chimiques fondamentaux****2.1.1 Matière Sèche (MS) et Matière Organique (MO)**

La Matière Sèche (MS) représente la fraction de l'aliment restante après l'élimination totale de son eau libre par dessiccation (généralement à l'étuve à 105°C). Chez les arbustes fourragers des zones arides, la teneur en MS du feuillage frais est intrinsèquement élevée, oscillant généralement entre 35 % et 50 % selon la saison et l'espèce (**Le Houérou, 1980**). Cette forte concentration en MS fait de l'Acacia un fourrage dense. Les gousses, particulièrement en fin de saison sèche, peuvent atteindre des teneurs en MS supérieures à 85 %, s'apparentant ainsi à des aliments concentrés.

La Matière Organique (MO), quant à elle, s'obtient par calcination de la MS (à 550°C). Elle représente la fraction combustible de la plante, c'est-à-dire l'ensemble des glucides, lipides, protides et vitamines. L'Acacia est riche en MO, constituant généralement 85 % à 92 % de la MS totale (**Rubanza *et al.*, 2005**). C'est cette fraction organique qui, une fois digérée par les micro-organismes du rumen, fournira l'énergie métabolisable à l'animal.

**2.1.2 Matière Minérale (Cendres)**

La Matière Minérale (MM), ou résidu de calcination, représente la teneur globale en minéraux (macro et oligo-éléments). Les espèces d'Acacia affichent des teneurs en minéraux très variables, souvent comprises entre 8 % et 15 % de la MS (**Abdelguerfi & Laouar, 2000**). Les feuilles d'Acacia sont réputées pour être d'excellentes sources de calcium (Ca), de magnésium (Mg) et de potassium (K). Cependant, comme la majorité des fourrages des régions tropicales et arides, elles présentent souvent un déficit marqué en phosphore (P) et en sodium (Na) (**Garg, 1998**). Ce déséquilibre phosphocalcique (ratio Ca/P souvent très élevé) nécessite une attention particulière lors de la formulation des rations, rendant parfois indispensable l'apport de pierres à lécher ou de compléments minéraux pour les ruminants alimentés exclusivement au pâturage.

**2.1.3 Matières Azotées Totales (MAT)**

Les Matières Azotées Totales (MAT), ou protéines brutes, constituent l'atout nutritionnel majeur de l'Acacia. Elles sont estimées à partir du dosage de l'azote total (N) par la méthode de Kjeldahl ou Dumas, multiplié par un coefficient de conversion conventionnel (généralement  $MAT = N \times 6.25$ ).

En tant que légumineuses fixatrices d'azote, les différentes espèces d'Acacia (*Acacia cyanophylla*, *Acacia nilotica*, etc.) maintiennent des teneurs en MAT élevées tout au long de l'année. Les valeurs rapportées dans la littérature scientifique varient typiquement de 11 % à plus de 20 % de la MS pour les feuilles, et de 12 % à 18 % pour les gousses (**Makkar, 2003**). À titre de comparaison, les graminées des parcours en saison sèche tombent souvent en deçà de 5 % de MAT. Ainsi, l'Acacia fournit largement le minimum protéique requis (environ 7 % à 8 %) pour maintenir une activité cellulolytique optimale de la flore microbienne du rumen, justifiant pleinement son rôle de supplément protéique de soudure.

#### **2.1.4 La Cellulose Brute (CB)**

Historiquement, l'estimation des glucides pariétaux (la paroi végétale) s'effectuait par la méthode de Weende, permettant de déterminer la Cellulose Brute (CB). Cette méthode sépare arbitrairement les glucides en "Extractif Non Azoté" (ENA, supposé très digestible) et en CB (supposée peu digestible). Chez les ligneux comme l'Acacia, la CB varie généralement entre 15 % et 30 % de la MS dans les feuilles (**Ben Salem & Smith, 2008**). Toutefois, la communauté scientifique s'accorde aujourd'hui à dire que la méthode de Weende sous-estime la véritable teneur en parois des fourrages ligneux, car une partie de la lignine et des hémicelluloses se dissout lors des attaques acide et basique de l'analyse, rejoignant faussement la fraction ENA (**Van Soest, 1994**). C'est pourquoi le fractionnement séquentiel des fibres est aujourd'hui privilégié.

#### **2.1.5 Fractionnement des Fibres (NDF, ADF, ADL)**

Pour caractériser précisément la paroi cellulaire végétale de l'Acacia, l'approche de **Van Soest (1994)** est scientifiquement la plus pertinente et la plus utilisée en nutrition des ruminants. Elle permet de scinder les fibres en trois fractions physiologiquement distinctes : **NDF (Neutral Detergent Fiber)** : Cette fraction représente la totalité de la paroi cellulaire insoluble (hémicellulose + cellulose + lignine + silice). Elle donne une indication directe de l'encombrement spatial du fourrage dans le rumen. Les feuilles d'Acacia présentent des teneurs en NDF relativement modérées à élevées (généralement entre 35 % et 55 % de la MS). Une teneur élevée en NDF est négativement corrélée avec la quantité de matière sèche que l'animal est capable d'ingérer volontairement (ingestibilité) (**Reed, 1986**).

- **ADF (Acid Detergent Fiber)** : L'ADF représente la fraction la moins digestible de la paroi, composée de la cellulose, de la lignine et de la silice (les hémicelluloses ayant

été dissoutes). Chez les acacias, l'ADF oscille fréquemment entre 20 % et 40 % de la MS. La teneur en ADF est le principal indicateur utilisé pour prédire la digestibilité *in vivo* d'un fourrage ; plus l'ADF est élevée, plus la digestibilité globale de l'aliment chute (**Rubanza et al., 2005**).

- **ADL (Acid Detergent Lignin)** : Il s'agit de la lignine pure, un polymère phénolique complexe incrusté dans la paroi végétale, qui est non seulement totalement indigestible par les enzymes de l'animal et les bactéries du rumen, mais qui fait également obstacle à la digestion de la cellulose et des hémicelluloses adjacentes. Les arbres fourragers se caractérisent par une lignification prononcée. Le feuillage de l'Acacia présente des taux d'ADL souvent compris entre 8 % et 15 % de la MS (**Ben Salem et al., 2005**). Cette forte proportion de lignine (et de complexes ligno-cellulosiques) constitue l'un des principaux facteurs limitant l'utilisation digestive de l'énergie contenue dans ces plantes, malgré leur richesse apparente en protéines et en matière organique. De plus, dans le cas spécifique de l'Acacia, une part significative des tannins condensés reste fortement liée à cette fraction NDF et ADF, compliquant davantage la dynamique de dégradation ruminale (**Makkar, 2003**).

## 2.2 Facteurs influençant la composition chimique de l'Acacia

La composition chimique des arbustes fourragers, et de l'Acacia en particulier, n'est pas une donnée statique. Elle se caractérise par une forte hétérogénéité spatio-temporelle. Les teneurs en nutriments (protéines, minéraux) et en constituants pariétaux (fibres, lignine, tannins) fluctuent considérablement sous l'influence conjuguée de facteurs intrinsèques (génétiques et physiologiques) et extrinsèques (environnementaux et climatiques). La compréhension de ces variations est fondamentale pour optimiser l'intégration de cette ressource dans les calendriers fourragers (**Ben Salem & Smith, 2008**).

### 2.2.1 L'effet de l'Espèce (Facteur génétique)

Le genre *Acacia* présente une immense diversité génétique qui se traduit par des profils phytochimiques très contrastés d'une espèce à l'autre, voire entre différents écotypes d'une même espèce.

Les recherches de **D'Mello (1992)** et de **Makkar (2003)** ont largement démontré ces disparités interspécifiques. Par exemple, *Acacia nilotica* est souvent caractérisée par une teneur en matières azotées totales (MAT) très élevée dans ses gousses, mais elle est également réputée pour sa forte concentration en métabolites secondaires, notamment les



tannins hydrolysables et condensés. À l'inverse, *Acacia cyanophylla* (souvent appelée *Acacia saligna*), très répandue en Afrique du Nord, présente un feuillage abondant et riche en MAT (souvent entre 12 % et 16 % de la MS), mais dont la digestibilité *in vivo* est parfois décevante en raison d'une forte liaison de l'azote aux fibres (ADIN) et de la présence de tannins condensés spécifiques (**Ben Salem et al., 2005**). De plus, l'architecture foliaire (feuilles pennées vs phyllodes) dictée par l'espèce influence directement le ratio feuilles/tiges, un déterminant majeur de la qualité fourragère globale de la biomasse récoltée.

### **2.2.2 Les Conditions Environnementales et Pédoclimatiques**

Le milieu de croissance exerce une pression de sélection et d'adaptation qui modifie profondément le métabolisme de la plante. Les principaux facteurs environnementaux comprennent :

- **Le stress hydrique et thermique :** Dans les zones arides, la rareté de l'eau et les températures extrêmes induisent des modifications morphologiques (épaississement de la cuticule, sclérification des tissus) qui se traduisent chimiquement par une augmentation des fractions fibreuses (NDF, ADF) et de la lignification (ADL). De plus, selon la théorie de l'équilibre carbone/nutriments (**Waterman & Mole, 1994**), un stress environnemental sévère pousse les espèces ligneuses à dériver le carbone excédentaire vers la synthèse de composés de défense à base de carbone, tels que les phénols et les tannins, réduisant ainsi la valeur nutritionnelle de la plante pour les herbivores.
- **La fertilité du sol :** La nature du sol (texture, salinité, richesse en minéraux) impacte l'absorption racinaire. Un sol carencé en azote ou en phosphore limitera la synthèse protéique de la plante, bien que les acacias compensent partiellement ce déficit grâce à leur fixation symbiotique de l'azote atmosphérique (**Dommergues, 1987**). La salinité, fréquente dans les sols des régions semi-arides, peut également induire une accumulation de cendres (minéraux) dans les feuilles, modifiant le profil minéral de l'aliment.

### **2.2.3 L'Âge de la plante**

L'évolution ontogénique (le vieillissement) de l'arbre s'accompagne de changements anatomiques et chimiques profonds. Chez les jeunes plants ou les jeunes repousses après un recépage (émondage), les tissus sont en pleine division et élongation cellulaire. Ces tissus juvéniles sont caractérisés par une forte concentration en eau, en protéines (MAT) et en minéraux, avec des parois cellulaires fines et peu lignifiées (**Norton, 1994**).

Cependant, à mesure que l'arbre vieillit, la nécessité de soutenir une structure physique imposante privilégie le développement des tissus de soutien (xylème, sclérenchyme). On observe alors un "effet de dilution" : la proportion de tissus lignifiés et riches en cellulose augmente de manière exponentielle au détriment du contenu cellulaire riche en azote. Ainsi, le feuillage issu d'un Acacia âgé présentera invariablement des taux de NDF, d'ADF et de lignine nettement supérieurs à ceux d'un arbuste plus jeune, diminuant drastiquement son ingestibilité et sa digestibilité (**Le Houérou, 1980**).

### **2.2.4 Le Stade de développement (Phénologie)**

Le stade phénologique est sans doute le facteur de variation intra-annuel le plus prépondérant. La composition chimique de l'Acacia évolue au gré de son cycle végétatif et reproductif :

- **Stade végétatif** : Lors de l'émergence des nouvelles feuilles (souvent au début de la saison des pluies), la valeur nutritive est à son apogée. L'activité photosynthétique est intense, générant des sucres solubles, et l'assimilation de l'azote est maximale.
- **Floraison et Fructification** : L'entrée en phase de reproduction marque un tournant métabolique. La plante opère une translocation massive des nutriments (notamment l'azote et le phosphore) depuis les feuilles vers les organes reproducteurs (fleurs, puis gousses et graines). Conséquemment, la valeur nutritive des feuilles commence à décliner, tandis que les gousses en formation deviennent des puits concentrant les protéines et l'énergie (**Kallah et al., 2000**).
- **Sénescence** : En fin de cycle, les feuilles vieillissent, la chlorophylle se dégrade et la translocation des nutriments restants vers les parties pérennes de l'arbre s'achève. Les feuilles sénescentes, prêtes à tomber, sont pauvres en protéines et très riches en parois lignifiées.

### **2.2.5 La Période de récolte (Saisonnalité)**

Ce facteur est intimement lié à la phénologie et au climat. La période à laquelle l'éleveur décide d'exploiter l'Acacia détermine la qualité du fourrage ingéré.

- **En saison humide :** L'Acacia offre un fourrage d'excellente qualité, bien que sa consommation soit souvent moindre car les éleveurs privilégient l'exploitation de la strate herbacée abondante à cette période.
- **En saison sèche :** C'est la période stratégique d'utilisation de l'Acacia. Contrairement aux graminées dont le taux de protéines s'effondre (souvent en dessous de 4 % de la MS) et dont la lignification rend la digestion presque impossible sans supplémentation, l'Acacia maintient un niveau de MAT relativement stable (autour de 10 % à 12 %) grâce à son enracinement profond (**Abdelguerfi & Laouar, 2000**). Bien que la teneur en fibres augmente inévitablement avec l'avancement de la saison sèche, la chute de qualité est considérablement "tamponnée" par rapport aux espèces herbacées. La récolte des gousses à la fin de la saison sèche constitue alors une rentrée d'aliments concentrés cruciaux pour l'entretien du troupeau (**Rubanza et al., 2005**).

### **3. Valeur alimentaire de l'Acacia**

La connaissance de la composition chimique globale (fibres, protéines, minéraux) n'est qu'une étape préliminaire. La véritable valeur alimentaire d'un fourrage se définit par la capacité de l'animal à ingérer, digérer, absorber et métaboliser ces nutriments pour couvrir ses besoins d'entretien et de production. Dans le cas des espèces ligneuses comme l'Acacia, l'évaluation de cette valeur est particulièrement complexe en raison de la présence de métabolites secondaires qui modifient profondément les processus digestifs, rendant l'extrapolation à partir de la seule composition chimique souvent erronée (**Ben Salem & Smith, 2008**).

#### **3.1. Évaluation de la valeur nutritive**

L'évaluation de la valeur nutritive de l'Acacia repose sur deux piliers fondamentaux : l'ingestibilité et la digestibilité, toutes deux fortement modulées par les facteurs anti-nutritionnels.

##### **3.1.1. L'ingestibilité (Consommation volontaire)**

L'ingestibilité représente la quantité maximale de matière sèche qu'un animal consomme volontairement lorsqu'il a un accès *ad libitum* au fourrage. C'est le premier facteur limitant

la production animale. Chez l'Acacia, l'ingestibilité est influencée par des caractéristiques physiques et chimiques :

- **Barrières physiques** : La présence d'épines (caractéristique de nombreuses espèces comme *Acacia tortilis*) limite la vitesse d'ingestion et la taille des bouchées, particulièrement chez les bovins, bien que les caprins et les camelins y soient morphologiquement mieux adaptés (**Le Houérou, 1989**).
- **Encombrement ruminal** : Comme mentionné précédemment, une teneur élevée en parois cellulaires (NDF) ralentit le transit digestif et limite physiquement la capacité d'ingestion.
- **Appétibilité et composés secondaires** : Certaines espèces d'Acacia dégagent des composés volatils ou possèdent une astringence marquée due aux tannins, ce qui peut réduire leur appétence initiale. Cependant, les ruminants des zones arides développent souvent une accoutumance à ces fourrages (**Provenza, 1995**).

### **3.1.2. La digestibilité et le rôle des microorganismes du rumen**

La digestibilité est la proportion de l'aliment ingéré qui n'est pas excrétée dans les fèces et qui est donc théoriquement absorbée par l'animal. Chez les ruminants, la digestion de la matière organique (notamment la cellulose et l'hémicellulose) dépend de l'activité fermentaire de la riche flore microbienne (bactéries, protozoaires, champignons) résidant dans le rumen.

L'évaluation de la digestibilité de l'Acacia se fait par des essais *in vivo* (sur animaux en cages à métabolisme) ou par des méthodes *in vitro* (comme la technique de production de gaz), simulant la cinétique de dégradation ruminale (**Menke & Steingass, 1988**). Les études montrent fréquemment que malgré une teneur élevée en azote, la digestibilité apparente de la matière organique et des protéines de l'Acacia est souvent inférieure à celle attendue, variant généralement entre 40 % et 55 % (**Rubanza et al., 2005**). Ce phénomène est connu sous le nom de "paradoxe protéique" des ligneux.

### **3.1.3. Le paradoxe protéique et les métabolites secondaires des plantes (MSP)**

Ce déficit de digestibilité s'explique par la présence de métabolites secondaires des plantes (MSP), des composés synthétisés par l'arbre pour se défendre contre les herbivores et les stress environnementaux. Parmi ces MSP, on trouve des saponines, des alcaloïdes, mais ce sont les composés phénoliques, et plus spécifiquement les **tannins**, qui dominent le profil phytochimique de l'Acacia (**Makkar, 2003**).

**3.1.4. Le rôle central des tannins condensés (TC)**

Les tannins condensés (ou proanthocyanidines) sont des polymères de flavonoïdes. Leur caractéristique majeure est leur forte affinité pour les protéines. Leurs effets sur la nutrition des ruminants sont dose-dépendants et présentent une dualité fascinante (**Min *et al.*, 2003 ; Waghorn, 2008**) :

- **L'effet négatif (fortes doses, > 5-6 % de la MS) :** En grande quantité, les tannins condensés se lient aux protéines alimentaires, aux enzymes digestives (cellulases, protéases) sécrétées par les microbes du rumen, et même aux parois de l'épithélium digestif. Ils bloquent ainsi la fermentation ruminale, réduisent drastiquement la digestibilité globale de la ration et entraînent une excrétion fécale massive d'azote (azote indigestible). Dans des cas extrêmes, certains tannins hydrolysables peuvent même causer une toxicité hépatique et rénale.
- **L'effet positif (doses modérées, 2-4 % de la MS) - L'effet "Bypass" :** À des concentrations optimales, les tannins condensés forment des complexes réversibles avec les protéines alimentaires dans l'environnement à pH neutre du rumen (pH 6.0-7.0). Ces complexes protègent les protéines de l'Acacia contre une dégradation excessive (désamination) par les bactéries ruminales. Ces protéines "protégées" (ou protéines by-pass) transitent intactes vers la caillette (estomac véritable). Là, l'acidité extrême (pH 2.5-3.0) provoque la dissociation du complexe tannin-protéine. Les protéines sont alors digérées par la pepsine et les acides aminés de haute qualité sont absorbés dans l'intestin grêle, améliorant significativement les performances zootechniques (production laitière, croissance musculaire, qualité de la laine).

**3.1.5. Méthodes de traitement et d'amélioration**

Pour maximiser l'utilisation de l'Acacia riche en tannins, diverses stratégies sont employées

- **Utilisation de PEG (Polyéthylène Glycol) :** Ce polymère a une affinité pour les tannins bien supérieure à celle des protéines. L'ajout de PEG dans l'eau de boisson ou saupoudré sur l'Acacia brise les complexes tannin-protéine, libérant l'azote pour la digestion bien que très efficace scientifiquement, son coût limite son adoption par les éleveurs traditionnels.
- **Séchage au soleil et flétrissement :** Le séchage des feuilles d'Acacia avant distribution réduit la réactivité des tannins et améliore l'ingestibilité.
- **L'effet de dilution :** La méthode la plus pratique consiste à ne pas distribuer l'Acacia comme aliment unique, mais de l'incorporer comme supplément (à hauteur

de 20 % à 30 % de la ration totale) à une base de fourrage pauvre. (Ben Salem *et al.*, 2005).

### **3.2. Importance de l'Acacia dans l'alimentation des ruminants**

L'intégration raisonnée de l'Acacia dans les systèmes de production animale offre des avantages nutritionnels et sanitaires multiples.

#### **3.2.1. Supplémentation azotée catalytique**

L'utilisation principale de l'Acacia est la supplémentation des régimes de base pauvres en azote, typiques des saisons sèches (pailles de céréales, chaumes, graminées sèches). L'apport d'une quantité même modérée de feuilles ou de gousses d'Acacia fournit un azote rapidement dégradable dans le rumen. Cet apport stimule la multiplication de la flore cellulolytique. Les bactéries, plus nombreuses et plus actives, dégradent alors beaucoup plus efficacement les parois cellulaires (fibres) du fourrage grossier de base. On observe ainsi une augmentation de l'ingestibilité et de la digestibilité de l'ensemble de la ration, permettant à l'animal de passer d'un état de perte de poids à un bilan de maintien ou de légère croissance (Kallah *et al.*, 2000).

#### **3.2.2. Amélioration des performances de production et de reproduction**

En fournissant des acides aminés essentiels directement au niveau intestinal (grâce à l'effet protecteur modéré des tannins), l'Acacia soutient les fonctions physiologiques exigeantes. Des études menées sur des ovins et des caprins supplémentés avec des gousses d'*Acacia tortilis* ou des feuilles d'*Acacia cyanophylla* ont démontré des augmentations significatives du gain moyen quotidien (GMQ), une amélioration de la qualité du lait (taux protéique) et un maintien de l'état corporel des brebis gestantes ou allaitantes, garantissant une meilleure viabilité des nouveau-nés (Abdelguerfi & Laouar, 2000).

#### **3.2.3. Propriétés anthelminthiques (Lutte contre le parasitisme)**

L'un des avantages les plus prometteurs des arbustes riches en tannins comme l'Acacia est leur potentiel médicinal naturel. Le parasitisme gastro-intestinal (nématodes) est un fléau majeur en élevage des petits ruminants, exacerbé par l'apparition de résistances aux anthelminthiques de synthèse. La consommation régulière de feuillages contenant des tannins condensés interfère directement avec le cycle de vie des parasites. Les études de Hoste *et al.* (2006) ont prouvé que ces tannins réduisent l'excrétion d'œufs dans les fèces (réduisant la contamination des pâturages), inhibent le développement des larves et

diminuent la viabilité des vers adultes dans le tube digestif. L'Acacia offre ainsi une alternative agroécologique pour le contrôle du parasitisme.

#### **3.2.4. Implications pour la durabilité des systèmes d'élevage**

En définitive, l'utilisation de l'Acacia comme ressource fourragère s'inscrit pleinement dans une logique de durabilité. Elle permet de valoriser des ressources locales résilientes au changement climatique, de réduire la dépendance économique des éleveurs vis-à-vis des aliments concentrés commerciaux (soja, céréales) souvent importés, tout en protégeant les écosystèmes fragiles contre la dégradation. **(Ben Salem & Nefzaoui, 2001).**

## *Deuxième Partie*

### *Matériel et méthodes*



### **3. Matériel et méthodes**

#### **3.1 Objectif de l'étude**

L'exploitation durable de la végétation naturelle, en particulier des légumineuses herbacées et arbustives, constitue un pilier essentiel pour assurer la pérennité des systèmes d'élevage traditionnels et pour préserver les races locales, reconnues pour leur résistance et leur capacité d'adaptation à leur environnement d'origine.

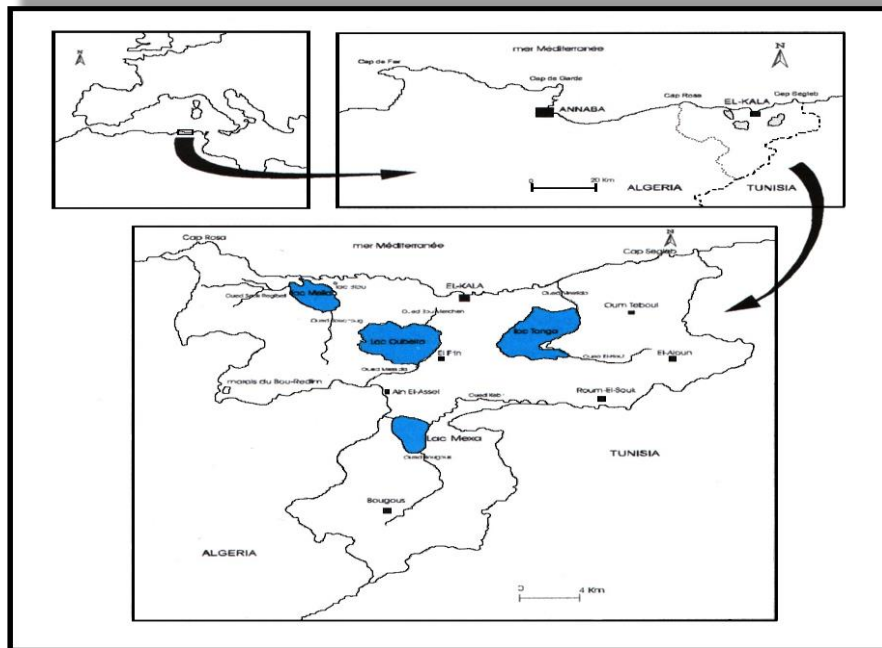
L'évaluation de la diversité biologique de ces plantes et de leur valeur alimentaire, préalablement à toute utilisation zootechnique, permet de déterminer leur potentiel nutritionnel et de faciliter leur intégration dans des programmes d'alimentation animale de manière scientifique et raisonnée.

La présente étude vise à analyser la diversité biologique des légumineuses arbustives du genre *Acacia* dans le Parc National d'El Kala (wilaya d'El Tarf), ainsi qu'à évaluer la composition chimique de leur feuillage dans cette zone protégée, afin de déterminer leur potentiel en tant que ressource nutritive pour les systèmes de production animale.

#### **3.2 Présentation des zones d'étude**

Située à l'extrême nord-est de l'Algérie, la wilaya d'El Tarf s'étend sur 289 175 hectares, dont 166 311 hectares de couverture forestière. Reconnue à l'échelle internationale pour sa biodiversité exceptionnelle et son complexe de zones humides unique au Maghreb, elle nécessite une protection rigoureuse de son patrimoine naturel. L'économie de cette région repose essentiellement sur les activités agro-pastorales.

Au cœur de cette wilaya se trouve le Parc National d'El Kala (PNEK), l'un des plus vastes du pays avec ses 80 000 hectares. Créé officiellement le 23 juillet 1983, il a été élevé au rang de réserve de biosphère par l'UNESCO (dans le cadre du programme MAB) en 1990. Bordé par la Méditerranée au nord, les dunes de Righia à l'ouest, la frontière tunisienne à l'est et les contreforts de la Medjerda au sud (**Brahmia, 2002**), le parc se distingue des autres aires protégées algériennes par l'incroyable richesse de ses écosystèmes, tant terrestres qu'aquatiques (**Abacci, 1999**).



**Figure 02 : Localisation géographique du parc national d'El-Kala**

(Benyakoub, 1996, modifiée)

### 3.2.1. Topographie du PNEK

Selon **De Belair (1990)**, le paysage du PNEK est particulièrement hétérogène. Il se caractérise par une alternance de dépressions abritant souvent des milieux lacustres ou marécageux et de collines aux morphologies variées (dômes, escarpements et crêtes alignées), généralement tapissées d'une végétation abondante.

### 3.2.2. Ressources Hydrographiques

Le parc dispose d'un maillage hydrographique dense et vital, comprenant plusieurs lacs majeurs (Tanga, Oubéira, Mellah et Mexa), des sources naturelles (Bougles Bouredim et Oum el Bhain), ainsi qu'un barrage et divers oueds. La qualité et les dynamiques de ces eaux jouent un rôle déterminant dans le développement et le maintien de la faune et de la flore locales (**Samraoui & De Belair, 1998**).

### 3.2.3. Cadre Climatologique

El-Kala est réputée pour être l'une des régions les plus humides d'Algérie. Son climat méditerranéen se divise classiquement en deux saisons : une période froide et fortement arrosée s'étalant de novembre à avril, suivie d'une saison chaude et sèche de mai à octobre (**Saltser, 1946**).

### 3.2.3.1. La Température

Les variations thermiques régionales sont étroitement liées à l'altitude et à la latitude (Toubal, 1986). En règle générale, on observe une baisse de 0,5°C par palier de 100 mètres d'altitude, et une variation d'environ 0,6°C par degré de latitude (Ozenda, 1954 cité par Benyacoub, 1993). Toutefois, ce paramètre est également modulé par l'exposition des versants, la distance par rapport à la mer, la réverbération du sol et la densité du couvert végétal. En montagne, cette chute thermique liée à l'altitude dicte la répartition de la végétation en différents étages. Benyacoub (1993) souligne à ce titre l'existence d'un gradient thermique très marqué entre le niveau de la mer et le sommet du Djebel El-Ghorra, impactant fortement la répartition floristique sur une distance très courte.

D'après la station météorologique locale, la période d'étude a été caractérisée par des températures globalement moins chaudes que les années précédentes, avec un minimum moyen de 11,5°C en janvier et un maximum dépassant les 15,5° C en Avril.

**Tableau 02 :** Températures moyennes enregistrées durant la période d'étude dans la région d'El-Kala

| Mois                     | J    | F    | M    | A    |
|--------------------------|------|------|------|------|
| Température moyenne (°c) | 11,5 | 12,5 | 13,5 | 15,5 |

#### Station météorologique d'El Kala 2026

### 3.2.3.2. La Pluviométrie

L'eau est un facteur écologique décisif qui conditionne le fonctionnement et la distribution spatiale des écosystèmes (Abacci, 1999). Avec environ 1000 mm de précipitations annuelles, El-Kala s'impose comme l'une des zones les plus arrosées d'Afrique du Nord. Les pluies, de type méditerranéen (régime HAPE), génèrent un bilan hydrique positif de novembre à avril, et négatif le reste de l'année. Ce volume pluviométrique a d'ailleurs tendance à croître d'ouest en est : de 637 mm à Annaba (Les Salines), il passe à 821 mm à Bouteldja pour atteindre 910 mm à El-Kala (Samraoui & De Belair, 1998).

Les données récoltées durant les 4 mois d'étude font état d'un cumul de 257 mm, le mois de janvier étant le plus pluvieux (55 mm) contrairement à avril qui s'est révélé extrêmement sec (5 mm).

**Tableau 03** : Répartition des pluies en fonction des mois durant la période d'étude

| Mois  | J  | F  | M  | A |
|-------|----|----|----|---|
| P(mm) | 55 | 52 | 49 | 5 |

Station météorologique El Kala 2026

**3.2.3.3. L'Humidité**

L'humidité atmosphérique locale est particulièrement élevée. Cet état de fait s'explique par la proximité de la mer et la présence d'un vaste continuum de zones humides (des marais de la Mekhada au lac Tanga) qui, sous l'effet de l'ensoleillement et de l'évaporation estivale, agissent comme de puissants condensateurs d'air tropical (**Samraoui & De Belair, 1998 ; Brahmia, 2002**). Cette humidité ambiante est cruciale, car elle permet aux plantes de survivre au stress hydrique de la saison sèche. Durant notre étude, l'humidité relative de l'air s'est maintenue à des niveaux élevés, fluctuant entre 72 et 78 %.

**Tableau04** : Humidité relative de l'air (%) durant la période d'étude

| Mois  | J  | F  | M  | A  |
|-------|----|----|----|----|
| H (%) | 78 | 78 | 74 | 72 |

Station météorologique El Kala 2026

**3.3 Période et méthode de prélèvement de la végétation**

La campagne de terrain a été réalisée à partir du 26 février jusqu'au 25 avril 2026 dans la zone étudiée afin de déterminer la richesse des Acacias, délimiter les stations homogènes, ainsi les zones d'échantillonnages avant les prélèvements des échantillons. Au total trois échantillons ont été prélevés pour chaque espèce d'Acacia étudiée et cela pour les deux saisons de l'étude soit l'hiver et le printemps. Par la suite, les échantillons ont été placés dans des sacs en papier étiquetés avec les informations suivantes : espèce, date de prélèvement et numéro de l'échantillon, puis transportés directement au laboratoire pour analyses.

Après le Séchage à l'étuve, les échantillons ont été broyés à l'aide d'un broyeur approprié, puis les trois broyats de chaque espèce et de chaque saison ont été mélangés afin d'obtenir un échantillon homogène et représentatif. Ces échantillons sont ensuite devenus prêts pour l'analyse de la composition chimique, incluant la matière sèche (MS), la matière

organique (MO), la matière minérale (MM) et la matière azotée (MAT). Les résultats sont présentés en moyenne  $\pm$ Ecart type.

Toutes les analyses ont été réalisées selon les normes scientifiques recommandées par l'INRA (1985) et décrites par Jarrige (1988), au niveau du Laboratoire d'Agriculture Et Fonctionnement Des Ecosystèmes de l'Université Chadli Bendjedid El Tarf et Laboratoire d'épidémio-surveillance, santé, productions et reproduction, expérimentation et thérapie cellulaire des animaux domestiques et sauvages de l'Université Chadli Bendjedid El Tarf et que nous tenant par la même occasion de présenter notre sincère remerciement à leurs responsables respectifs.



**Figure 03** : Mise des échantillons d'Acacia dans l'étuve pour le séchage au laboratoire (Benarfa, 2026)



**Figure 04** : Échantillon d'Acacia après séchage et broyage (Benarfa, 2026)

### **3.4 Matériel végétal**

Le matériel végétal est constitué de 6 espèces d'Acacia, chaque espèce étant représentée par 3 échantillons (sachets).

Les échantillons ont été collectés au Parc National d'El Kala.

- *Acacia melanoxylon* R.Br., 1813
- *Acacia longifolia* (Andrews) Willd., 1806
- *Acacia cyanophylla* Lindl., 1839
- *Acacia albizia* (L.) Willd., 1806
- *Acacia horrida* (L.f.) Willd., 1806
- *Acacia mearnsii* De Wild., 1925

### **3.5 Méthodes d'analyse en laboratoire**

#### **3.5.1 Détermination la matière sèche (MS)**

La teneur en matière sèche a été déterminée en desséchant 2 g de chaque échantillon dans une étuve à 103°C jusqu'à l'obtention d'un poids constant. La différence entre le poids avant et après séchage correspond à la quantité d'humidité perdue, tandis que le résidu représente la teneur en matière sèche de l'échantillon.

$$\text{MS}\% = \text{PS} / \text{PF} \times 100$$

**MS:** Matière sèche ( %)

**PS:** poids sec ( g )

**PF:** poids frais ( g )

#### **3.5.2 La teneur en matière minérale (MM)**

La matière minérale correspond au résidu obtenu après incinération de 2 g de chaque échantillon sec dans un four à moufle à 550°C pendant 4 à 6 heures. Les cendres sont pesées après refroidissement.

$$\text{MM}\% = \text{PS} / \text{PF} \times 100$$

**MM:** Matière minérale ( %)

**PS:** poids sec à la sortie du four ( g )

**PF:** poids frais (g )



**Figure 05 :** Incinération des échantillons d'Acacia à 550 °C

**(Benarfa, 2026)**

### **3.5.3 Teneur en matière organique (MO)**

Le pourcentage de la matière organique s'évalue par rapport à la matière minérale

$$\text{MO}(\%) = 100 - \text{MM}(\%)$$

**MO:** Matière organique ( %)

**MM:** Matière minérale ( %)

### **3.5.4. Détermination de la matière azotée totale (MAT):**

La teneur en matière azotée totale (MAT) a été déterminée par la méthode de Johan Kjeldahl à l'aide d'une unité de distillation BÜCHIDistillation Unit K-350. Cette méthode repose sur trois étapes principales : la digestion, la distillation et le titrage.

Lors de la digestion, l'azote organique de l'échantillon est transformé en sulfate d'ammonium en présence d'acide sulfurique concentré et de catalyseurs. Après digestion, l'ammoniac libéré par addition d'hydroxyde de sodium est distillé, puis recueilli dans une



solution d'acide borique en présence d'un indicateur coloré. Le distillat obtenu est ensuite titré par une solution d'acide sulfurique de concentration connue afin de déterminer la teneur en azote total.

La matière azotée totale est calculée selon la formule suivante :

$$\% \text{MAT} = (v \times 0.14 \times 6.25) / \text{PE}$$

**MAT** : matière azotée totale (%)

**PE**: poids de l'échantillon

**V**: le volume d'acide sulfurique (ml)

**6.25**: Facteur de conversion

**0.14**: Masse molaire de l'azote



**Figure 06** : Unité de distillation Kjeldahl (BÜCHI K-350) (Benarfa, 2026).



## *Résultats et discussion*

### 4. Résultats et discussion

#### 4.1 Résultats de la biodiversité des espèces du genre *Acacia* dans le PNEK

Les investigations menées sur le terrain ont révélé la présence de six taxons rattachés au genre *Acacia* dans l'enceinte du Parc National d'El Kala (PNEK). Il convient de souligner que l'ensemble de ces taxons est d'origine allochtone (exotique). Leur introduction, initiée dans les années 1970 par les autorités forestières et les gestionnaires du parc, visait principalement à enrichir le sol en azote. Ce processus s'appuie sur la capacité de ces légumineuses à fixer l'azote atmosphérique grâce à la présence de nodosités racinaires, contribuant ainsi à l'amélioration globale de la fertilité édaphique. Toutefois, ces populations introduites manifestent des degrés d'acclimatation hétérogènes, se traduisant par des potentiels de régénération et des dynamiques de colonisation spatiale propres à chaque espèce.

Sur le plan biogéographique, les spécimens identifiés proviennent d'Australie et d'Afrique tropicale. L'inventaire floristique comprend *Acacia longifolia* (W, 1806), *Acacia cyanophylla* (L, 1847), *Acacia albizia* (L, 1806), *Acacia melanoxydon* (R.Br, 1813) et *Acacia mearnsii* (W, 1820), qui constituent un groupe de cinq espèces d'origine australienne. À cet ensemble s'ajoute une unique représentante issue de la flore africaine, à savoir *Acacia horrida* (W, 1806).

##### 4.1.1 *Acacia longifolia* (W, 1806)

**Taxonomie et distribution :** Ce taxon arbustif appartient à la famille des Fabaceae (sous-famille Mimosoideae), selon la classification phylogénétique moderne (Mimosaceae en systématique traditionnelle). Son aire d'origine endémique se situe en Australie, plus spécifiquement dans la région des Montagnes Bleues (Nouvelle-Galles du Sud).

**Localisation dans le PNEK :** L'espèce a été repérée au lieu-dit « El Zana », le long de l'axe routier menant à El Kala (N 36° 43' 50", E 07° 58' 56"), à une altitude de 30 m.

**Description morphologique :** *Acacia longifolia* se développe sous la forme d'un arbre d'environ 4,5 m de hauteur moyenne, caractérisé par un fût trapu et une cime irrégulière s'étirant davantage en hauteur qu'en envergure. Le rhytidome présente une coloration grisâtre ponctuée de nuances rougeâtres. Les jeunes rameaux, à écorce rouge, portent des phyllodes alternes, effilés, de 5 à 20 cm de longueur, de teinte vert foncé, aplatis, coriaces, à nervation



**Figure 0 7 : *Acacia longifolia* (Laadjal et Benarfa, 2026).**

### **4.1.2 *Acacia melanoxylon* (R.Br, 1813)**

**Taxonomie et distribution :** Connu sous les noms vernaculaires d'Acacia à « bois dur » ou « Acacia noir », cet arbre appartient aux Fabaceae (Mimosaceae classique). Il s'agit d'une essence forestière originaire du continent australien.

**Localisation dans le PNEK :** Ce taxon a été localisé au sein de la pépinière de Tonga (N 36° 44' 55", E 07° 59' 15"), à 25 m d'altitude. Il s'y développe sous forme d'un peuplement mixte et dense, en cohabitation avec l'aulne et le peuplier.

**Description morphologique :** *A. melanoxylon* se distingue par une dynamique de développement rapide et figure parmi les représentants les plus imposants de son genre. Dendrométriquement, les spécimens atteignent des hauteurs de 10 à 20 m pour un diamètre de tronc avoisinant 50 cm. Le feuillage est sempervirent, de coloration vert mat à grisâtre. L'inflorescence présente une teinte jaune crème, organisée en petites grappes axillaires ramifiées de 5 à 10 cm, regroupant des glomérules d'environ 1 cm de diamètre. La fructification se matérialise par des gousses de 6 à 8 mm de largeur.



**Figure08 : *Acacia melanoxylon* (Laadjal et Benarfa, 2026)**

### **4.1.3 *Acacia cyanophylla* (L, 1847)**

**Taxonomie et distribution :** Endémique de la région sud-ouest de l'Australie, *Acacia saligna* (fréquemment désigné sous le nom vernaculaire d'Acacia bleu) est rattaché à la famille des Mimosaceae selon la systématique classique, ou à celle des Fabaceae dans le cadre de la classification phylogénétique.

**Localisation dans le PNEK :** La présence de ce taxon a été relevée au sein de la pépinière de l'arboretum de Tonga (N 36° 44' 55", E 07° 59' 15"), à 27 m d'altitude.

**Description morphologique :** Bien qu'intrinsèquement inerme (dépourvu d'épines) et de port buissonnant, cette espèce acquiert localement l'architecture d'un arbre de 8 m de hauteur moyenne, sur un fût unique pouvant atteindre 30 cm de diamètre. Le rhytidome, gris sombre, est lisse mais parcouru de fissures. Les organes foliaires (phyllodes) oscillent du vert profond au vert glauque, avec une nervure médiane saillante. L'inflorescence porte des fleurs d'un jaune éclatant ; la fructification produit des gousses renfermant des semences brun sombre à noires.



**Figure 0 9 : *Acacia cyanophylla* (Laadjal et Benarfa, 2026).**

#### **4.1.4 *Acacia albizia* (L, 1806)**

**Taxonomie et distribution :** Originaire d'Asie tropicale et d'Australie, *Albizia lebbeck* (historiquement décrit sous le taxon *Acacia lebbeck* et fréquemment désigné sous le nom vernaculaire de Bois noir) est rattaché à la famille des Mimosaceae selon la systématique classique, ou à celle des Fabaceae dans le cadre de la classification phylogénétique.

**Localisation dans le PNEK :** La présence de ce taxon a été relevée au sein de la pépinière de l'arboretum de Tonga (N 36° 44' 55", E 07° 59' 15"), à 27 m d'altitude.

**Description morphologique :** Espèce inerme développant une cime large et étalée en forme de parasol, elle atteint localement 15 à 20 m de hauteur sur un fût souvent court et droit pouvant dépasser 50 cm de diamètre. Le rhytidome, gris à brunâtre, est rugueux et parcouru de fissures irrégulières. Les feuilles sont caduques et bipennées, d'un vert vif, avec de multiples folioles asymétriques. L'inflorescence porte des fleurs parfumées en glomérules blanc verdâtre aux étamines filamenteuses proéminentes. La fructification produit de larges gousses papyracées paille renfermant des semences lisses et aplaties.





**Figure 10 :** *Acacia albizia* (Laadjal et Benarfa, 2026).

### **4.1.5 *Acacia mearnsii* (W, 1820)**

**Taxonomie et distribution :** Originnaire du sud-est de l'Australie et de Tasmanie, *Acacia mearnsii* (fréquemment désigné sous le nom vernaculaire d'Acacia noir) est rattaché à la famille des Mimosaceae selon la systématique classique, ou à celle des Fabaceae dans le cadre de la classification phylogénétique.

**Localisation dans le PNEK :** Dans notre secteur d'étude, la présence de ce taxon a été relevée au sein de la pépinière de l'arboretum de Tonga (N 36° 44' 55'', E 07° 59' 15''), située à une cote altitudinale de 27 mètres.

**Description morphologique :** Espèce inerme se distinguant par sa croissance vigoureuse, elle atteint localement 10 à 15 m de hauteur sur un fût droit et cylindrique pouvant atteindre un diamètre conséquent à maturité. Le rhytidome, grisâtre à noirâtre, est initialement lisse puis devient rugueux et fissuré avec l'âge ; il est riche en tanins. Les feuilles bipennées sont d'un vert sombre et intense, avec une fine pilosité (pubescence) conférant un aspect doux au toucher. L'inflorescence porte des fleurs jaune pâle à crème, regroupées en racèmes

## Résultats et Discussion

---

globuleux. Les gousses sont allongées, légèrement moniliformes (étranglées entre les graines), renfermant des semences noires et luisantes.



**Figure 11 :** *Acacia mearnsii* (Laadjal et Benarfa, 2026).

### 4.1.6 *Acacia horrida* (W, 1806)

**Taxonomie et distribution :** Originaire du continent africain, *A horrida* est rattaché à la famille des Mimosaceae selon la systématique classique, ou à celle des Fabaceae dans le cadre de la classification phylogénétique.

**Localisation dans le PNEK :** Lors de cette contribution, la présence de ce taxon a été relevée au sein de la pépinière de l'arboretum de Tonga (N 36° 44' 55'', E 07° 59' 15''), située à une cote altitudinale de 27 mètres.

**Description morphologique :** Contrairement aux taxons précédents, cette espèce est fortement épineuse, pourvue de longues épines stipulaires acérées et blanchâtres. Bien qu'intrinsèquement arbustive et de port buissonnant, elle acquiert localement l'architecture d'un petit arbre de 4 à 6 m de hauteur, sur un fût souvent court et ramifié dès la base. Le rhytidome, brun sombre à noirâtre, est rugueux et profondément fissuré. Les feuilles

## Résultats et Discussion

---

bipennées sont d'un vert franc, composées de minuscules folioles. L'inflorescence porte des fleurs réunies en glomérules sphériques d'un jaune éclatant et très parfumées. Les gousses sont falciformes (arquées) ou linéaires, renfermant des semences brunes à noires.



**Figure 12 : *Acacia horrida* (Laadjal et Benarfa, 2026).**

### **4.2 Résultats de la composition chimique des espèces du genre *Acacia* dans le PNEK:**

Quatre paramètres chimiques ont été déterminés au cours de cette étude, à savoir la matière sèche (MS), la matière minérale (MM), la matière organique (MO) et la matière azotée totale (MAT), et cela pour l'ensemble des espèces d'*Acacia* recensées au niveau du Parc National d'El Kala (PNEK).

Les analyses ont été réalisées au niveau du Laboratoire d'Agriculture et Fonctionnement des Écosystèmes de l'Université Chadli Bendjedid d'El Tarf et le Laboratoire d'épidémio-surveillance, santé, productions et reproduction, expérimentation et thérapie cellulaire des animaux domestiques et sauvages ai sein de la même institution. Les échantillons ont été collectés durant deux saisons différentes à savoir l'hiver et le printemps pour toutes les espèces de l'étude.

Les résultats obtenus montrent des variations entre les espèces en ce qui concerne les teneurs en matière sèche (MS), matière minérale (MM), matière organique (MO) et matière azotée totale (MAT). Selon **Mazouz (2012)**, la composition chimique des Acacias



## Résultats et Discussion

---

varie en fonction de plusieurs facteurs, notamment l'espèce, les conditions climatiques, la période de prélèvement, la proportion de bois, l'âge des plantations et d'autres facteurs environnementaux. D'ailleurs, l'interaction de ces facteurs pourrait expliquer la variabilité de la composition chimique observée dans cette étude.

### 4.3 Résultats de la matière sèche (MS)

La matière sèche varie d'une espèce à une autre ainsi qu'entre les deux saisons étudiées (hiver et printemps). Les teneurs moyennes en matière sèche des échantillons d'*Acacia* étudiés durant l'hiver sont comprises entre  $43,57 \pm 0,25$  % et  $59,95 \pm 0,02$  % chez *A. albizia* et *A. horrida* respectivement. Par ailleurs, au printemps, les valeurs enregistrées oscillent entre  $25,06 \pm 0,04$  % chez *A. cyanophylla* et  $43,89 \pm 0,10$  % chez *A. melanoxylon*.

D'après les résultats obtenus, les teneurs en matière sèche sont plus élevées en hiver comparativement au printemps pour l'ensemble des espèces étudiées. Cette diminution printanière des teneurs en MS pourrait être expliquée par l'augmentation de la teneur en eau dans les feuilles durant la période de croissance végétative.

Selon **Bouazza (2014)** et **Chentli (2015)**, les espèces d'Acacias présentent généralement des teneurs élevées en matière sèche. De même, **Boufennara et al. (2013)** rapportent que la composition chimique des Acacias varie selon les espèces et les conditions climatiques.

Selon, **Mebirouk-Boudechiche et al (2014)**, la teneur en MS de *l'Acacia horrida* provenant de la zone humide d'El Tarf est de 42,79%, cette valeur est plus faible comparativement à celle obtenue lors de cette étude et même à ceux de **Boufennara et al. (2013)** chez la même espèce provenant de la zone tempérée chaude de Constantine (90,4%). Néanmoins, les différences observées sont dues probablement au stade physiologique de la plante le moment de récolte, l'année, la saison, l'âge des individus échantillonnés et surtout le climat avec une année (2026) exceptionnellement humide et pluvieuse.

## Résultats et Discussion

**Tableau 05 :** Teneur en matière sèche (% MS) des espèces d'Acacias durant les deux saisons de l'étude

| Espèces               | %MS (Hiver) | %MS (Printemps) |
|-----------------------|-------------|-----------------|
| <i>A. cyanophylla</i> | 51.61± 0.15 | 25.06± 0.04     |
| <i>A. albizia</i>     | 43.57± 0.25 | 40.43± 0.17     |
| <i>A. horrida</i>     | 59.95± 0.02 | 34.95± 0.04     |
| <i>A. mearnsii</i>    | 53.27± 0.36 | 41.46± 0.03     |
| <i>A. melanoxylon</i> | 56.45± 0.07 | 43.89± 0.1      |
| <i>A. longifolia</i>  | 46.52± 0.18 | 38.03± 0.08     |

### 4.4 Résultats de la matière minérale (MM)

Les résultats de la MM obtenus montrent des variabilités à la fois spécifiques que saisonnières. Durant la saison hivernale, les concentrations en MM varient de  $4,14 \pm 0,04$  %MS chez *A. longifolia* à  $19,43 \pm 0,2$  % MS chez *A. cyanophylla*. Au printemps, les teneurs varient entre  $4,09 \pm 0,37$  %MS et  $10,08 \pm 0,04$  %MS chez les mêmes espèces.

Les résultats indiquent que *A. cyanophylla* présente les teneurs minérales les plus élevées durant les deux saisons étudiées, tandis que les valeurs les plus faibles sont observées chez *A. longifolia*. Une diminution globale de la teneur en matière minérale est également observée au printemps par rapport à l'hiver chez l'ensemble des espèces étudiées.

Cette variation saisonnière peut être expliquée par les changements physiologiques des plantes ainsi que par les conditions climatiques, qui influencent l'absorption et l'accumulation des éléments minéraux dans les tissus végétaux.

D'après **Bouazza (2014)** et **Chentli (2015)**, les teneurs minérales de deux Acacias soit *A. nilotica* et *A. cyanophylla* varient de 8 à 10%MS respectivement. De même **Bouazza (2014)**, trouve des teneurs allant de 6,4 à 10,5 %MS chez *A. albida* et *A. horrida* respectivement .

## Résultats et Discussion

Selon **Mazouz (2012)**, la teneur de la matière minérale de *A. cyanophylla* provenant de l'Algérie (15,45 %) est plus élevée à ceux rapportés par **Le Hourou (1980)** chez la même espèce provenant de Tunisie (8,4 %) et de la Libye (7.9 % et 8.1 %).

Ces résultats sont en accord avec les travaux antérieurs portant sur la composition minérale des espèces d'Acacias, qui ont mis en évidence une variabilité liée aux conditions environnementales et à la période de prélèvement (**Bouazza et al., 2012**). Ces derniers ont également signalé des différences interspécifiques, notamment entre *A. cyanophylla* et *A. horrida*, confirmant que la composition minérale varie selon les espèces (**Bouazza, 2014**).

**Tableau 06 :** Teneur en matière minérale (% MS) des espèces d'Acacias durant les deux saisons de l'étude

| Espèces               | MM %MS (Hiver) | MM %MS (Printemps) |
|-----------------------|----------------|--------------------|
| <i>A. cyanophylla</i> | 19.43±0.2      | 10.08±0.04         |
| <i>A. albizia</i>     | 4.68±0.03      | 4.51±0.36          |
| <i>A. horrida</i>     | 8.3±0.11       | 6.35±0             |
| <i>A. mearnsii</i>    | 7.14±0.04      | 5.79±0             |
| <i>A. melanoxylon</i> | 5.82±0.13      | 4.46±0.35          |
| <i>A. longifolia</i>  | 4.14±0.04      | 4.09±0.37          |

### 4.5 Résultats de la matière organique (MO)

Les résultats obtenus montrent que la teneur en matière organique (MO) des feuilles des six espèces d'Acacias étudiées est élevée durant les deux saisons (hiver et printemps). Les valeurs enregistrées oscillent de  $80,57 \pm 0,20$  à  $96,56 \pm 0,65$  % MS en hiver, et de  $89,92 \pm 0,04$  à  $95,91 \pm 0,37$  %MS au printemps. En hiver, la teneur la plus élevée en MO est observée chez *A mearnsii* ( $96,56 \pm 0,65$  %MS), tandis que la plus faible est enregistrée chez *A cyanophylla* ( $80,57 \pm 0,20$  %MS). Au printemps, la valeur maximale a été notée chez *A longifolia* ( $95,91 \pm 0,37$  %MS), alors que la valeur minimale est également observée chez *A cyanophylla* ( $89,92 \pm 0,04$  %MS).

En effet, **Bouazza et al. (2012)** et **Boufennara et al. (2013)** ont rapporté que les teneurs en matière organique chez plusieurs espèces appartenant au genre *Acacia* varient

## Résultats et Discussion

entre 87,2 et 93,6 %MS. De même, **Kadi et Zirmi-Zembri, (2016)** ont signalé des valeurs supérieures à 92,38 %MS chez *Acacia raddiana* provenant de Béchar et Tindouf. Alors que **Ouedraogo, (1992)**, signale que les teneurs de la matière organique chez les gousses et les feuilles de moyenne feuillaison de *l'A. macrostachya* sont élevée varient de 94,68 %MS et 95,51%MS respectivement. Les différences observées entre les espèces et entre les deux saisons pourraient être attribuées à l'effet combiné des facteurs génétiques propres à chaque espèce et des conditions environnementales de nature climatiques et édaphiques influençant la composition chimique des feuilles.

Nos résultats concordent parfaitement avec ces derniers en matière de contenu organique et probablement les différences observées sont dues à la combinaison de l'effet espèces et environnement.

**Tableau 0 7 :** Teneur en matière organique (% MS) des espèces d'Acacias durant les deux saisons de l'étude

| Espèces               | MO %MS (Hiver) | MO %MS (Printemps) |
|-----------------------|----------------|--------------------|
| <i>A. cyanophylla</i> | 80.57±0.2      | 89.92±0.04         |
| <i>A. albizia</i>     | 95.32±0.03     | 95.49±0.36         |
| <i>A. horrida</i>     | 91.7±0.11      | 93.65±0            |
| <i>A. mearnsii</i>    | 96.56±0.65     | 94.21±0            |
| <i>A. melanoxylon</i> | 95.99±0.12     | 95.54±0.35         |
| <i>A. longifolia</i>  | 95.42±0.37     | 95.91±0.37         |

### 4.6 Résultats de la matière azotée totale (MAT)

Les résultats de la matière azotée totale (MAT) montrent l'existence d'une variabilité entre les espèces d'Acacias étudiées, ainsi qu'entre les deux saisons considérées dans cette étude soit l'hiver et le printemps. Durant la saison hivernale, les teneurs moyennes en MAT varient entre  $14,78 \pm 2,64$  % MS chez *Acacia cyanophylla* et  $21,21 \pm 0,78$  % MS chez *A albizia*. Au printemps, les valeurs enregistrées sont comprises entre  $21,44 \pm 3,52$  %MS chez *A longifolia* et  $37,41 \pm 1,19$  %MS chez *A cyanophylla*.

## Résultats et Discussion

Les résultats obtenus indiquent une augmentation notable de la teneur en matière azotée totale au printemps par rapport à l'hiver chez toutes des espèces étudiées. Cette augmentation pourrait être expliquée par l'intensification de l'activité physiologique et de la croissance végétative durant cette période. En effet, les jeunes tissus végétaux sont généralement caractérisés par une forte teneur en composés azotés et en protéines, ce qui se traduit par une élévation de la teneur en MAT.

**D'Mello (1992)** et **Van Soest (1994)** ont montré que la teneur en matière azotée des plantes fourragères est influencée par plusieurs facteurs, notamment l'espèce végétale, le stade de développement et les conditions environnementales. De son côté, **Le Houérou (1980)** a rapporté que plusieurs espèces d'Acacias adaptées aux zones arides et semi-arides présentent des teneurs protéiques élevées durant les périodes de croissance active.

Les résultats obtenus dans cette étude concordent avec les données rapportées dans la littérature scientifique, lesquelles confirment l'existence d'une variation de la matière azotée totale selon les espèces végétales et les saisons. Toutefois, les différences observées pourraient être liées à plusieurs facteurs, notamment les caractéristiques génétiques des espèces étudiées, les conditions climatiques, le stade physiologique des plantes, ainsi que la période de prélèvement et les méthodes d'analyse utilisées.

**Tableau 08** : Teneur en matière azotée totale (% MS) des espèces d'Acacias durant les deux saisons de l'étude

| Espèce                | MAT%MS (Hiver) | MAT%MS (Printemps) |
|-----------------------|----------------|--------------------|
| <i>A. cyanophylla</i> | 14.78±2.64     | 37.41±1.19         |
| <i>A. albizia</i>     | 21.21±0.78     | 28.64±1.05         |
| <i>A. horrida</i>     | 15.89±0.13     | 24.4±0.66          |
| <i>A. mearnsii</i>    | 15.95±0.26     | 32.13±0.78         |
| <i>A. melanoxydon</i> | 16.95±0.52     | 29.04±0.91         |
| <i>A. longifolia</i>  | 17.7±0.13      | 21.44±3.52         |

# *Conclusion*

## Conclusion

---

### Conclusion

En conclusion, il ressort que la richesse spécifique du genre *Acacia* au niveau du PNEK renferme six espèces au total avec une variabilité en matière de répartition à savoir *Acacia horrida*, *Acacia cyanophylla*, *Acacia longifolia*, *Acacia mearnsii*, *Albizia* et *Acacia melanoxylon*. Ces espèces ont présenté des différences nettes dans leur composition chimique entre les saisons hivernale et printanière.

Les résultats ont montré que les teneurs en matière sèche, en matières minérales, en matière organique et en protéines brutes varient selon l'espèce et selon la saison, traduisant ainsi l'influence des conditions environnementales et climatiques sur la composition chimique des feuilles de ces espèces.

L'étude a également mis en évidence une augmentation de la teneur en azote total au printemps par rapport à l'hiver chez la majorité des espèces, notamment chez *Acacia cyanophylla* et *Acacia mearnsii*, ce qui témoigne d'une amélioration de la qualité nutritionnelle des feuilles durant la période de croissance végétative. En revanche, les teneurs les plus élevées en matières minérales ont été enregistrées chez *Acacia cyanophylla*, tandis que les autres espèces se sont distinguées par des teneurs plus importantes en matière organique.

Ces résultats confirment l'intérêt nutritionnel et écologique des espèces d'*Acacia* étudiées, en particulier dans le domaine pastoral, où elles peuvent constituer une ressource fourragère complémentaire dans les zones forestières.

Dans une perspective future, il serait pertinent d'élargir cette étude à d'autres composantes nutritionnelles, telles que les fibres et les métabolites secondaires, ainsi qu'à l'évaluation de l'effet des différents stades phénologiques et des saisons sur la valeur alimentaire de ces espèces, afin de mieux les valoriser et optimiser leur exploitation.

## *Références Bibliographiques*



## Références Bibliographiques

---

### Références Bibliographiques

1. **Abacci, N.** (1999). *Caractérisation écologique et floristique du Parc National d'El Kala (PNEK)*. Thèse de Magister, Université Badji Mokhtar, Annaba.
2. **Abdelguerfi, A., & Laouar, M.** (2000). Les espèces fourragères et pastorales : Ressources génétiques et développement. *Options Méditerranéennes*, 45, 49-61.
3. **Aregawi, T., Animut, G., & Kijora, C.** (2008). Evaluating the nutritional quality of some indigenous browse species in South Tigray, Ethiopia. *Livestock Research for Rural Development*, 20(3).
4. **Baumer, M.** (1983). *Notes sur quelques espèces ligneuses fourragères des zones*
5. **Belsky, A. J., Amundson, R. G., Duxbury, J. M., Riha, S. J., Ali, A. R., & Mwonga, S. M.** (1989). The effects of trees on their physical, chemical and biological environments in a semi-arid savanna in Kenya. *Journal of Applied Ecology*, 26(3), 1005–1024.
6. **Ben Salem, H., & Nefzaoui, A.** (2001). Valorisation des ressources fourragères locales pour une production durable des petits ruminants en régions arides. *Options Méditerranéennes*, 46, 21-35.
7. **Ben Salem, H., & Smith, T.** (2008). Feeding strategies to increase small ruminant production in dry environments. *Small Ruminant Research*, 77(2-3), 174-194.
8. **Ben Salem, H., Nefzaoui, A., & Makkar, H. P. S.** (2005). Deactivation of condensed tannins in *Acacia cyanophylla* Lindl. foliage by polyethylene glycol in feed blocks. *Animal Feed Science and Technology*, 122(1-2), 161-175.
9. **Benyacoub, S.** (1993). *Étude écologique des écosystèmes forestiers du massif du Djebel El-Ghorra et de leur gradient thermique*. Thèse de Doctorat, Université Badji Mokhtar, Annaba.
10. **Bneder.** (2005). *Plan d'aménagement et de gestion du Parc National d'El Kala*. Bureau National d'Études pour le Développement Rural.
11. **Bouasla, A.** (2012). *Impact des pratiques agropastorales et apicoles sur la région d'El Tarf*. Thèse/Mémoire, Université El Tarf.
12. **Bouazza, L.** (2014). *Caractérisation chimique et valeur nutritive de quelques espèces arbustives (Acacia) des zones arides et semi-arides*. Thèse de Doctorat, Université Ferhat Abbas, Sétif.

## Références Bibliographiques

---

13. **Bouazza, L., Boufennara, S., Bodas, R., Bousseboua, H., & López, S.** (2012). Mineral composition of some Algerian Acacia species and their potential as dietary supplements for ruminants. *Journal of Animal and Feed Sciences*, 21(1), 100-112.
14. **Boufennara, S., Bouazza, L., Bodas, R., Bousseboua, H., & López, S.** (2013). Nutritive evaluation of foliage from some Acacia trees characteristic of Algerian arid and semi-arid areas. *Options Méditerranéennes*, 108, 305-310.
15. **Bousbia, A., Yakhlef, H., Kali, S., & Belkheir, B.** (2011). Diversité des élevages bovins laitiers en zone de montagne de la région de Tizi-Ouzou, Algérie. *18èmes Rencontres autour des Recherches sur les Ruminants*.
16. **Boutabia, L., Telailia, S., & Chefrou, A.** (2019). Évaluation floristique et état de dégradation des parcours naturels dans la région nord-est algérienne. *Revue d'Écologie (La Terre et la Vie)*.
17. **Brahmia, H.** (2002). *Biodiversité et préservation de la faune et de la flore du Parc National d'El Kala*. [Éditeur local ou Rapport PNEK].
18. **Chentli, S.** (2015). *Alimentation animale et stratégies d'atténuation du déficit fourrager en période estivale*. Thèse/Mémoire, [Institution].
19. **Cote, M.** (1996). *L'Algérie ou l'espace retourné*. Flammarion.
20. **Cote, M.** (2006). *L'Algérie : Espace et société*. Armand Colin.
21. **De Belair, G.** (1990). *Structure, fonctionnement et perspectives de gestion de quatre écosystèmes lacustres du Parc National d'El Kala*. Thèse de Doctorat, USTL, Montpellier.
22. **Direction de la Programmation et du Suivi Budgétaires (DPAT).** (2022). *Monographie de la wilaya d'El Tarf*. Wilaya d'El Tarf.
23. **Direction des Travaux Publics (DTP).** (2020). *Rapport annuel sur les infrastructures de base et leur développement*. Wilaya d'El Tarf.
24. **Direction Générale des Forêts (DGF).** (2020). *Rapport national sur la situation du patrimoine forestier algérien*. Ministère de l'Agriculture et du Développement Rural.
25. **Djebaili, S.** (1990). *Recherches phytosociologiques et phytoécologiques sur les parcours steppiques d'Algérie*. Office des Publications Universitaires (OPU), Alger.
26. **D'Mello, J. P. F.** (1992). Nutritional potentialities of fodder trees and fodder shrubs as protein sources in monogastric nutrition. Dans *Fodder Trees and Fodder Shrubs* (pp. 115-127).

## Références Bibliographiques

---

27. **Dommergues, Y. R.** (1987). The role of biological nitrogen fixation in agroforestry. Dans *Agroforestry: a decade of development* (pp. 245-271).
28. **Dubois, C.** (2003). *Géographie physique et environnement du Nord-Est algérien*. [Éditeur].
29. **Fagg, C. W., & Stewart, J. L.** (1994). The value of Acacia and Prosopis in arid and semi-arid environments. *Journal of Arid Environments*, 27(1), 3-25.
30. **Garg, M. R., Bhandari, B. M., & Sherasia, P. L.** (1998). Macro and micro-mineral status of feeds and fodders in relation to the requirements of dairy cattle. *Animal Feed Science and Technology*.
31. **Ghosn, D.** (2011). *Flore et végétation des plaines d'inondation d'El Tarf : Écologie et dynamique*. Thèse de Doctorat, Université Badji Mokhtar, Annaba.
32. **Hoste, H., Jackson, F., Athanasiadou, S., Thamsborg, S. M., & Hoskin, S. O.** (2006). The effects of tannin-rich plants on parasitic nematodes in ruminants. *Trends in Parasitology*, 22(6), 253-261.
33. **Institut National de Cartographie et de Télédétection (INCT).** (2020). *Cartes topographiques de la wilaya d'El Tarf à 1/50 000*.
34. **Institut National de la Recherche Agronomique (INRA).** (1985). *Manuel de méthodes d'analyse pour les aliments du bétail*. INRA.
35. **Jarrige, R.** (1988). *Alimentation des bovins, ovins et caprins*. INRA Editions.
36. **Journal Officiel de la République Algérienne (JORA).** (1984). *Loi n° 84-09 du 4 février 1984 relative à l'organisation territoriale du pays* (JORA n° 06).
37. **Kadi, S. A., & Zirmi-Zembri, N.** (2016). Nutritive value of the main forage resources used in Algeria. 2- Fodder trees and shrubs. *Livestock Research for Rural Development*, 28(8).
38. **Kallah, M. S., Bale, J. O., Abdullahi, U., Muhammad, I. R., & Garba, R.** (2000). Nutrient composition of native forages in Kano, Nigeria. *Animal Feed Science and Technology*, 84(1-2), 137-145.
39. **Kherici, N.** (1993). *Vulnérabilité et hydrogéologie des aquifères de la région d'El Tarf*. Thèse de Doctorat, Université Badji Mokhtar, Annaba.
40. **Le Houérou, H. N.** (1980). *Les fourrages ligneux en Afrique: État actuel des connaissances*. Centre International pour l'Élevage en Afrique (CIPEA).
41. **Le Houérou, H. N.** (1989). *The Grazing Land Ecosystems of the African Sahel*. Springer-Verlag.

## Références Bibliographiques

---

42. **Makkar, H. P. S.** (2003). Effects and fate of tannins in ruminant animals, adaptation to tannins, and strategies to overcome detrimental effects of feeding tannin-rich feeds. *Small Ruminant Research*, 49(3), 241-256.
43. **Marre, A.** (1992). *Géomorphologie et climatologie des paysages du Nord-Est algérien*. [Institution/Éditeur].
44. **Maslin, B. R., Miller, J. T., & Seigler, D. S.** (2003). Overview of the generic status of Acacia (Leguminosae: Mimosoideae). *Australian Systematic Botany*, 16(1), 1-18.
45. **Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement (MATE).** (2005). *Rapport sur l'état de l'environnement en Algérie*.
46. **Mazouz, N.** (2012). *Composition chimique et valeur anti-nutritionnelle des feuillages d'Acacia*.
47. **Menke, K. H., & Steingass, H.** (1988). Estimation of the energetic feed value obtained from chemical analysis and in vitro gas production using rumen fluid. *Animal Research and Development*, 28, 7-55.
48. **Min, B. R., Barry, T. N., Attwood, G. T., & McNabb, W. C.** (2003). The effect of condensed tannins on the nutrition and health of ruminants fed fresh temperate forages: a review. *Animal Feed Science and Technology*, 106(1-4), 3-19.
49. **Mlambo, V., Sikosana, J. L. N., Mould, F. L., Smith, T., Owen, E., & Mueller-Harvey, I.** (2009). The effectiveness of adapted rumen fluid versus PEG to overcome tannin anti-nutritional effects in browse. *Animal Feed Science and Technology*, 150(1-2), 52-65.
50. **Norton, B. W.** (1994). Tree legumes as dietary supplements for ruminants. Dans *Forage tree legumes in tropical agriculture* (pp. 192-201).
51. **Office National de la Météorologie (ONM).** (2020). *Données météorologiques et climatiques annuelles de la région d'El Tarf*.
52. **Office National de la Météorologie (ONM).** (2021). *Données météorologiques et climatiques annuelles de la région d'El Tarf*.
53. **Office National des Statistiques (ONS).** (2008). *Recensement Général de la Population et de l'Habitat (RGPH)*. Algérie.
54. **Ouedraogo, A. S.** (1992). *Phénologie et valeur pastorale de l'Acacia macrostachya*. [Institution].
55. **Ozenda, P.** (1954). *La cartographie botanique et les divisions biogéographiques de l'Afrique du Nord*. (Cité par Benyacoub, 1993).

## Références Bibliographiques

---

56. **Parc National d'El Kala (PNEK).** (2005). *Plan de gestion et bilan des écosystèmes du PNEK*. Rapport interne.
57. **Provenza, F. D.** (1995). Postingestive feedback as an elementary determinant of food preference and intake in ruminants. *Journal of Range Management*, 48(1), 2-17.
58. **Reed, J. D.** (1986). Nutritional role of tannins in the diet of ruminants. *Journal of Animal Science*, 15(4), 45-56.
59. **Rubanza, C. D. K., Shem, M. N., Otsyina, R., Bakengesa, S. S., Ichinohe, T., & Fujihara, T.** (2005). Polyphenolics and tannins effect on in vitro digestibility of selected Acacia species leaves. *Animal Feed Science and Technology*, 119(1-2), 129-142.
60. **Samraoui, B., & de Belair, G.** (1998). Les zones humides de la Numidie orientale : Bilan des connaissances et perspectives de gestion. *Synthèse*, 4, 1-90.
61. **Sari, D.** (1995). *Les variations climatiques et leurs impacts sur l'agriculture en Algérie*.
62. **Seltzer, P.** (1946). *Le climat de l'Algérie*. Institut de Physique du Globe de l'Université d'Alger.
63. **Toubal, A.** (1986). *Études des températures et de la variabilité climatique dans l'Est algérien*. [Institution].
64. **Van Soest, P. J.** (1994). *Nutritional Ecology of the Ruminant* (2e éd.). Cornell University Press.
65. **Waghorn, G.** (2008). Beneficial and detrimental effects of dietary condensed tannins for sustainable sheep and goat production. *Animal Feed Science and Technology*, 147(1-3), 116-139.
66. **Waterman, P. G., & Mole, S.** (1994). *Analysis of Phenolic Plant Metabolites*. Blackwell Scientific Publications.
67. **Wilaya d'El Tarf.** (2021). *Rapport sur le développement socio-économique et l'aménagement territorial de la wilaya*. Wilaya d'El Tarf.