

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية  
RÉPUBLIQUE ALGÉRIENNE DÉMOCRATIQUE ET POPULAIRE  
وزارة التعليم العالي و البحث العلمي  
MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR ET DE LA RECHERCHE  
SCIENTIFIQUE

École Nationale Supérieure Agronomique

المدرسة الوطنية العليا للفلاحة

Département : Production végétale

قسم الانتاج النباتي

Spécialité: Ressources génétique  
et amélioration des productions végétales

التخصص: الموارد الوراثية وتحسين الإنتاج النباتي

**Mémoire De Fin D'études**

En vue de L'obtention Du Diplôme De Master

Présenté Par :

**Arab Amina**

***THEME***

**Comportement de luzernes synthétiques en pure et en association avec  
la fétuque sous conditions pluviales**

Soutenu Publiquement le 18 /10/2025

Devant le jury composé de :

Mémoire dirigé par :

Mme LAOUAR M.

PROFESSEUR- ENSA

Mme BOURAS F.Z.

MCA- ENSA

Président (e) :

M. HADDAD B.

MCA, ENSA

Examineurs

Mme ACHIR C.

MCB- Université Tizi Ouzou

Mme LOUNIS A.

MCB- ENSA

PROMOTION: 2020/2025

## SOMMAIRE

|  |      |
|--|------|
| Liste des abréviations.....  | IX   |
| Liste des figures.....   | X    |
| Liste des tableaux.....  | XI   |
| Liste des équations.....   | XII  |
| Liste des annexes.....   | XIII |
| Introduction .....   | 1    |
| Chapitre 1 : Recherche bibliographique .....   | 4    |
| 1.1. Les légumineuses fourragères .....  | 4    |
| 1.1.1. Définition des légumineuses fourragères.....                                      | 4    |
| 1.1.2. Rôle agronomique et écologique des légumineuses fourragères.....                  | 4    |
| 1.1.3. Rôle économique des légumineuses fourragères .....                                | 5    |
| 1.1.4. État des légumineuses fourragères en Algérie.....                                 | 6    |
| 1.2. Luzerne pérenne ( <i>Medicago sativa L.</i> ).....                                  | 7    |
| 1.2.1. Origine, classification botanique et morphologie .....                            | 7    |
| 1.2.2. Caractéristiques morphologiques.....  | 8    |
| 1.2.3. Nodulation : formation, structure et rôle biologique.....                         | 9    |
| 1.2.4. Importance agronomique et fourragère .....  | 10   |
| 1.2.5. Caractéristiques et exigences culturales de la luzerne .....                      | 11   |
| 1.2.6. Principales maladies et ravageurs de la luzerne.....                              | 14   |
| 1.2.7. Adaptation aux conditions semi-arides.....  | 16   |
| 1.2.8. Place de la luzerne dans les systèmes agricoles méditerranéens et algériens ..... | 16   |
| 1.3. Fétuque élevée ( <i>Festuca arundinacea</i> ).....                                  | 17   |
| 1.3.1. Classification taxonomique.....   | 17   |
| 1.3.2. Origine géographique et répartition.....  | 18   |
| 1.3.3. Caractéristiques morphologiques.....  | 18   |
| 1.3.4. Intérêts agronomiques et rôle écologique .....                                    | 19   |
| 1.3.5. Importance zootechnique et valeur nutritionnelle .....                            | 20   |
| 1.3.6. Caractéristiques et exigences culturales de la fétuque .....                      | 21   |
| 1.3.7. Principales maladies et ravageurs de la fétuque .....                             | 23   |
| 1.3.8. Place de la fétuque dans les systèmes agricoles méditerranéens et algériens ..... | 25   |
| 1.4. Associations graminées-légumineuses .....   | 26   |
| 1.4.1. Principes et mécanismes des associations.....                                     | 26   |
| 1.4.2. Facteurs influençant le succès des associations.....                              | 27   |
| 1.4.3. État des associations graminées-légumineuses dans le monde .....                  | 27   |
| 1.4.4. Situation des associations graminées-légumineuses en Algérie.....                 | 28   |

|  |  |    |
|--|--|----|
| 1.4.5.                                 | Association : Luzerne pérenne / Fétuque élevée.....                    | 28 |
| 1.5.                                   | Amélioration Génétique de la luzerne pérenne .....                     | 29 |
| 1.5.1.                                 | Fondements et concepts de la sélection végétale.....                   | 30 |
| 1.5.2.                                 | Historique de l'amélioration génétique.....                            | 30 |
| 1.5.3.                                 | Application spécifique à la luzerne ( <i>Medicago sativa</i> ).....    | 31 |
| 1.5.4.                                 | Sélection de la luzerne dans le monde.....                             | 32 |
| 1.5.5.                                 | Sélection de la luzerne en Algérie.....                                | 32 |
| 1.6.                                   | Luzerne et irrigation .....  | 33 |
| 1.6.1.                                 | Rôle de l'eau dans la croissance de la luzerne.....                    | 33 |
| 1.6.2.                                 | Insuffisance des précipitations en Algérie.....                        | 34 |
| 1.6.3.                                 | Irrigation d'appoint.....  | 35 |
| 1.6.4.                                 | Irrigation et stades physiologiques de la luzerne.....                 | 35 |
| 1.6.5.                                 | Effets du déficit hydrique sur la luzerne.....                         | 36 |
| Chapitre 2 : Matériel et méthodes..... |  | 39 |
| 2.1.                                   | Objectif.....  | 39 |
| 2.2.                                   | Présentation du site de l'étude.....                                   | 39 |
| 2.2.1.                                 | Situation géographique.....  | 39 |
| 2.2.2.                                 | Caractéristique pédologique.....                                       | 40 |
| 2.2.3.                                 | Caractéristique climatique : .....                                     | 41 |
| 2.3.                                   | Matériel végétale.....   | 44 |
| 2.3.1.                                 | Génotype de luzerne.....   | 44 |
| 2.3.2.                                 | Génotype de fétuque élevée ( <i>Festuca arundinacea Schreb.</i> )..... | 46 |
| 2.4.                                   | Protocole expérimental.....  | 46 |
| 2.4.1.                                 | Dispositif expérimental pour le premier essai (régime pluvial).....    | 47 |
| 2.4.2.                                 | Dispositif expérimental pour le deuxième essai (régime irrigué).....   | 50 |
| 2.5.                                   | Conduite de l'essai .....  | 51 |
| 2.5.1.                                 | Désherbage manuel des parcelles.....                                   | 51 |
| 2.5.2.                                 | Re-délimitation des microparcelles.....                                | 55 |
| 2.5.3.                                 | Entretien et traitement phytosanitaires .....                          | 56 |
| 2.5.4.                                 | Irrigation et calcul des doses.....                                    | 58 |
| 2.5.5.                                 | Fauche et récolte : .....  | 61 |
| 2.6.                                   | Paramètre étudiée .....  | 63 |
| 2.6.1.                                 | Nombre de plants vivants (PER).....                                    | 63 |
| 2.6.2.                                 | Hauteur végétative (H, cm).....  | 63 |
| 2.6.3.                                 | Nombre d'entrenœuds (EN).....  | 64 |
| 2.6.4.                                 | Espace entre nœuds (ENN).....  | 65 |
| 2.6.5.                                 | Poids frais (PF, g).....   | 65 |

|   |  |     |
|---|--|-----|
| 2.6.6.                                      | Poids sec (PS, g).....   | 65  |
| 2.6.7.                                      | Rendement (RND, t/ha).....   | 66  |
| 2.6.8.                                      | Efficience d'utilisation de l'eau (WUE, kg/m <sup>3</sup> ).....                   | 66  |
| 2.6.9.                                      | Paramètres notés au niveau des carrées des adventices .....                        | 67  |
| 2.7.  | Analyses statistiques .....  | 67  |
| 2.7.1.                                      | Premier essai .....  | 67  |
| 2.7.2.                                      | Deuxième essai .....   | 68  |
| 2.8.  | Indices calculés .....   | 68  |
| 2.8.1.                                      | Indice d'Association Agronomique (IAA).....  | 68  |
| 2.8.2.                                      | Indice de Rapport de Productivité Relative (LER) .....                             | 68  |
| 2.8.3.                                      | Indice de l'Effet Résiduel de l'Irrigation (IERI).....                             | 69  |
| Chapitre 3 : Résultats et discussions ..... |  | 71  |
| 3.1.  | Comportement des géotypes de luzerne en monoculture et en association.....         | 71  |
| 3.1.1.                                      | Le nombre moyen de plans vivants de la luzerne ( NPLmoy).....                      | 71  |
| 3.1.2.                                      | Hauteur moyenne des plants de luzerne (HLMoy) .....                                | 72  |
| 3.1.3.                                      | Nombre moyen d'entre-nœuds de la luzerne (ENLmoy).....                             | 73  |
| 3.1.4.                                      | Espacement moyen entre les entre-nœuds de la luzerne (EENLmoy).....                | 74  |
| 3.1.5.                                      | Rendement en matière sèche de la luzerne (RDTLt_ha).....                           | 75  |
| 3.2.  | Effet des géotypes de luzernes sur l'association .....                             | 76  |
| 3.2.1.                                      | Nombre moyen de plants vivants de la fétuque (NPFMoy).....                         | 76  |
| 3.2.1.                                      | Hauteur moyenne des plants de fétuque (Hfmoy).....                                 | 77  |
| 3.2.2.                                      | Rendement en matière sèche de la fétuque (RDTFtha) .....                           | 78  |
| 3.2.4.                                      | Rendement total dans l'association luzerne-fétuque (RDT total).....                | 78  |
| 3.3.  | Performances des géotypes de luzerne sous trois différents régimes hydriques ..... | 81  |
| 3.3.1.                                      | Nombre de plants vivants (NPL_imoy).....   | 81  |
| 3.3.2.                                      | Hauteur moyenne des plants de luzerne (HL_imoy).....                               | 82  |
| 3.3.3.                                      | Nombre d'entre-nœuds moyen (EN_imoy) .....   | 83  |
| 3.3.4.                                      | Rendement total de la luzerne.....   | 84  |
| 3.3.5.                                      | Efficience de l'eau.....   | 85  |
| 3.4.  | Analyse des indices calculés .....   | 87  |
| 3.4.1.                                      | Indice d'Association Agronomique (IAA).....  | 87  |
| 3.4.2.                                      | Indice LER (Land Equivalent Ratio) .....   | 88  |
| 3.4.1.                                      | Indice d'Effet Résiduel d'Irrigation (IERI).....                                   | 89  |
| Conclusion et perspectives.....             |  | 92  |
| References bibliographique.....             |  | 96  |
| Annexes.....                                |  | 105 |

## Résumé

La luzerne (*Medicago sativa L.*), "reine des fourrages", est essentielle en agriculture pour sa richesse protéique, sa digestibilité et son rôle dans la fertilité des sols, adaptée à divers climats et aux filières laitières/bovines. Cette étude, dans le cadre de projets internationaux (UE-PERMED, ARIMNet-REFORMA, PRIMA-CAMA) et national (PNR-2021), constitue la troisième année de suivi expérimental évaluant des populations synthétiques (C2, C6, C9) et la variété Speed en conditions pluviales sub-humides : (i) en monoculture et association avec la fétuque élevée (*Festuca arundinacea Schreb.*), et (ii) l'effet résiduel de l'irrigation de 2023-2024 sur 2024-2025. Les observations ont été conduites selon un dispositif comparatif permettant d'évaluer la croissance, la survie et la production des génotypes. En monoculture, les génotypes atteignent 9,93-10,65 t/ha (+40-50% vs. deuxième année,  $\approx 7$  t/ha), reflétant maturation et approfondissement racinaire. Les performances s'homogénéisent (pas d'effet significatif sur rendement,  $p=0,871$  ; effet significatif sur plants vivants,  $p=0,021$ ), avec Speed en tête ( $\approx 40$  plants) et C6 stable sur deux ans, confirmant l'adaptation des synthétiques. En association, la fétuque domine ( $>95\%$  biomasse totale, rendements 11,8-14,72 t/ha), limitant la luzerne à 2,20-2,66 t/ha ( $\approx 2\%$  du total), comme indiqué par IAA ( $\approx 78\%$ ) et LER ( $\approx 0,84$ ). L'effet résiduel d'irrigation est paradoxal : survie supérieure en pluvial (T0), rendement plus élevé en microparcelles anciennement irrigué (T1/T2), mais non significatif.

Mots-clés : Luzerne, population synthétique, rendement, , fétuque élevée, monoculture, association, irrigation résiduelle, IERI, IAA, LER.

## Abstract:

Alfalfa (*Medicago sativa L.*), known as the “queen of forages,” is essential in agriculture due to its high protein content, good digestibility, and positive contribution to soil fertility, and is well adapted to various climates and livestock production systems. This study, conducted within international research programs (UE-PERMED, ARIMNet-REFORMA, PRIMA-CAMA) and the national project PNR-2021, represents the third year of experimental evaluation of synthetic populations (C2, C6, C9) and the commercial variety Speed under sub-humid rainfed conditions: (i) in monoculture and in association with tall fescue (*Festuca arundinacea Schreb.*), and (ii) considering the residual effect of irrigation applied in 2023–2024 on the 2024–2025 rainfed campaign. The experiment was carried out in a comparative design allowing the assessment of growth, survival, and biomass production across six cutting cycles.

In monoculture, genotypes reached 9.93–10.65 t/ha (+40–50% compared to the second year,  $\approx 7$  t/ha), reflecting stand maturation and deepened root development. Performance levels tended to converge (no significant effect on yield,  $p = 0.871$ ; significant effect on plant survival,  $p = 0.021$ ), with Speed showing the highest survival ( $\approx 40$  plants) and C6 maintaining stability across years, supporting the adaptability of synthetic populations. In association, tall fescue dominated (>95% of total biomass, yields 11.8–14.72 t/ha), limiting alfalfa production to 2.20–2.66 t/ha ( $\approx 2\%$  of the total), consistent with IAA ( $\approx 78\%$ ) and LER ( $\approx 0.84$ ) values. The residual irrigation effect was ambiguous: higher survival under rainfed conditions (T0) but slightly improved yields in previously irrigated microplots (T1/T2), although not statistically significant.

Keywords: Alfalfa, synthetic population, yield, tall fescue, monoculture, association, residual irrigation, IERI, IAA, LER.

## ملخص

تعدّ الفصّة (*Medicago sativa* L)، المعروفة بـ"ملكة الأعلاف"، من أهم المحاصيل العلفية نظراً لغناها بالبروتين وسهولة هضمها ودورها في تحسين خصوبة التربة، إضافةً إلى قدرتها على التكيف مع مختلف المناخات وأنظمة الإنتاج الحيواني. تندرج هذه الدراسة ضمن مشاريع بحثية دولية (ARIMNet-REFORMA، PRIMA، UE-PERMED-CAMA) ومشروع وطني (PNR-2021)، وتمثّل السنة الثالثة من التتبع التجريبي لتقييم سلوك ثلاث تجمعات تركيبية (C، C6، 9C2) والصنف Speed تحت ظروف مطرية شبه رطبة: (i) في الزراعة الأحادية وفي الزراعة المشتركة مع النجيل المرتفع (*Festuca arundinacea* Schreb.)، و(ii) دراسة الأثر المتبقي للري المطبق خلال موسم 2023–2024 على موسم 2024–2025 الجاري في ظروف مطرية. أجريت المتابعة وفق تصميم تجريبي مقارن مكن من تقييم النمو والبقاء والإنتاج عبر ست حشّات. في الزراعة الأحادية، حققت التراكيب الوراثية مردوداً يتراوح بين 9.93 و10.65 طن/هك (+40–50% مقارنة بالسنة الثانية،  $\approx 7$  طن/هك)، مما يعكس النضج وتعميق النظام الجذري. تجانست الأداءات بين التراكيب (عدم وجود فرق معنوي في المردود،  $p = 0.871$ ؛ مع فرق معنوي في عدد النباتات الحية،  $p = 0.021$ )، حيث تميز الصنف Speed بأعلى نسبة بقاء ( $\approx 40$  نبتة) بينما حافظ 6C على استقراره عبر موسمين، مما يدعم تكيف التراكيب التركيبية. في الزراعة المشتركة، هيمن النجيل المرتفع على الغطاء النباتي (<95% من الكتلة الحيوية، بمردود 11.8–14.72 طن/هك)، مما حدّ من إنتاج الفصّة إلى 2.20–2.66 طن/هك ( $\approx 2\%$  فقط)، وهو ما تؤكده قيم مؤشر الارتباط الزراعي IAA ( $\approx 78\%$ ) ونسبة المكافئ الأرضي LER ( $\approx 0.84$ ). أما الأثر المتبقي للري فكان متبايناً، حيث سجّلت نسبة بقاء أعلى تحت النظام المطري (OT)، مقابل مردود أعلى في القطع التي سبق ريّها (T1/T2)، غير أن هذه الفروق لم تكن معنوية.

الكلمات المفتاحية: الفصّة، تجمعات تركيبية، المردودية، النجيل المرتفع، الزراعة الأحادية، الزراعة المشتركة، الري المتبقي، IERI، IAA، LER.