



الجزائرية الديمقراطية الشعبية

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

Ecole Nationale Supérieure Agronomique

المدرسة الوطنية العليا للفلاحة

Département : Génie rural

القسم: الهندسة الريفية

Spécialité: Science de l'eau

التخصص : علم المياه

Mémoire De Fin D'études

En vue de l'obtention du Diplôme de Master

***THEME***

**Etude de l'impact de l'adoption de l'irrigation de complément : cas des légumineuses alimentaire et fourragères. Essai d'optimisation.**

Présenté Par : MAHOUST Dania

Soutenu Publiquement le 21/11/2023

Devant le jury composé de :

Présidente : Mme HANK D.

PROFESSEUR- ENSA

Promotrice : Mme BOURAS F.Z.

MAITRE -CONFERENCES A- ENSA

Co-Promotrice : Mme LAOUAR M.

PROFESSEUR, ENSA,

Examineurs : M DELLI R.

MAITRE -CONFERENCES B -ENSA

Mme LOUNIS A.

MAITRE -ASSISTANT - ENSA

Promotion 2018/2023

## Table des matières

<b>Introduction problématique.....</b>	<b>1</b>
<b>Chapitre I : Synthèse bibliographique.....</b>	<b>5</b>
<b>I.1. Généralités sur les légumineuses.....</b>	<b>5</b>
<b>I.1.1. Légumineuses alimentaires.....</b>	<b>6</b>
<b>I.1.1.1. La situation des légumineuses alimentaire dans le monde.....</b>	<b>6</b>
I.1.1.2. Légumineuses alimentaires en Algérie .....	7
<b>I.1.1.3. Obstacle de développement des légumineuses alimentaire en Algérie.....</b>	<b>8</b>
I.1.1.3.1. Techniques .....	8
I.1.1.3.2. Organisationnelles et de développement .....	8
I.1.1.3.3. Economique .....	8
I.1.1.3.4. Écologiques .....	8
<b>I.1.2. Présentation d'une légumineuse alimentaire (Pois chiche) .....</b>	<b>9</b>
I.1.2.1. Historique et Origine .....	9
I.1.2.2. Situation de la culture de pois chiche dans le monde .....	11
I.1.2.3. Situation de la culture du pois chiche En Algérie .....	11
<b>I.1.3. Exigence culturale .....</b>	<b>12</b>
I.1.3.1 Facteur édaphique .....	12
I.1.3.2. Exigence climatique .....	12
I.1.3.3. Exigence hydrique.....	12
<b>I.1.4. Intérêt de la culture de pois chiche .....</b>	<b>13</b>
I.1.4.1 Intérêt agro écologique.....	13
I.1.4.2.Intérêt nutritionnel .....	13
<b>I.2. Légumineuses fourragères.....</b>	<b>14</b>
<b>I.2.1. La situation des fourrages cultivé en Algérie .....</b>	<b>15</b>
<b>I.2.2. La luzerne .....</b>	<b>16</b>
I.2.2.1. Historique et Origine .....	16
<b>I.2.3. Adaptation et exigences de la luzerne .....</b>	<b>17</b>
I.2.3.1. Exigence édaphique.....	17
I.2.3.2. Exigence climatique .....	18
I.2.3.3. Exigence hydrique.....	18
<b>I.2.4. Zone de culture en Algérie .....</b>	<b>18</b>
<b>I.2.5. Importance et intérêt .....</b>	<b>19</b>
I.2.5.1. Intérêt nutritionnel : .....	19
<b>I.6. Importance et rôle de l'eau dans le végétal.....</b>	<b>20</b>
<b>I.6.1. Irrigation des légumineuses .....</b>	<b>20</b>

<b>I.6.2. Définition d'irrigation complémentaire</b> .....	20
<b>I.6.3. Intérêt de l'irrigation d'appoint</b> .....	21
<b>I.7. Revue bibliographique sur l'optimisation des plans culturaux</b> .....	22
<b>Conclusion</b> .....	24
<b>Chapitre II : Matériels et méthodes</b> .....	25
<b>Introduction</b> .....	25
<b>II.1. Méthodologie de travail</b> .....	25
<b>II.2. Représentations des sites d'études</b> .....	26
<b>II.2.1. Localisation de la commune d'Ain Smara (Constantine)</b> .....	26
<b>II.2.2. Le climat</b> .....	26
<b>II.2.2.1. Précipitations</b> .....	27
<b>II.2.2.2. Température</b> .....	28
<b>II.2.2.3. Le diagramme ombrothermique</b> .....	29
<b>II.2.3. Point d'eau de la wilaya de Constantine</b> .....	29
<b>II.2.4. Expérimentation</b> .....	30
<b>II.3. Présentation du site expérimental d'Alger</b> .....	31
<b>II.3.1. Le climat</b> .....	31
<b>II.3.1.1. Précipitation</b> .....	31
<b>II.3.1.2. Température</b> .....	32
<b>II.3.1.3. Le diagramme ombrothermique</b> .....	33
<b>II.3.1.4. Ressources hydriques des zones d'étude</b> .....	34
<b>II.4. Modèles utilisés pour l'étude</b> .....	34
<b>II.4.1. Le modèle de programmation mathématique</b> .....	34
<b>II.4.2. Définition de GAMS</b> .....	34
<b>II.4.3. Le solveur CONOPT</b> .....	35
<b>II.4.4. Le solveur CPLEX</b> .....	36
<b>II.5. La structure d'un code GAMS</b> .....	37
<b>II.5.1. Gestion des Données</b> .....	38
<b>II.5.1.1 Déclaration et Définition des Ensembles (SETS)</b> .....	38
<b>II.5.1.2. Déclaration et Définition des Paramètres (PARAMETERS)</b> .....	38
<b>II.5.1.3. Données et Assignment</b> .....	38
<b>II.5.2. Modélisation du Problème</b> .....	38
<b>II.5.2.1. Déclaration des Variables</b> .....	38
<b>II.5.2.2 Déclaration des Équations</b> .....	38
<b>II.5.2.3. Définition des Équations</b> .....	38
<b>II.5.2.4. Définition du Modèle (MODEL)</b> .....	38

<b>II.5.3. Résolution</b> .....	38
<b>II.5.3.1 Initialisation des Variables</b> .....	38
<b>II.5.3.2. Exécution du Modèle (SOLVE)</b> .....	39
<b>II.5.3.3. Affichage des Résultats</b> .....	39
<b>II.6. Modèle de la programmation linéaire</b> .....	39
<b>II.6.1.1. Optimisation du revenu de l'agriculteur pour la culture du pois chiche</b> .....	39
<b>II.6.1.2. Optimisation du revenu de l'agriculteur en fonction des différentes zones climatiques</b> .....	39
<b>Chapitre III Résultats et discussions</b> .....	41
<b>Introduction</b> .....	41
<b>III.1. Résultats du modèle de programmation mathématique (GAMS)</b> .....	41
<b>III.1.1. Modèle de la programmation linéaire</b> .....	41
<b>III.1.1.1. Optimisation du revenu de l'agriculteur pour la culture du pois chiche</b> .....	41
<b>III.1.1.2. Optimisation du revenu de l'agriculteur pour la culture de la Luzerne</b> .....	43
<b>III.1.1.3. Optimisation du revenu de l'agriculteur en fonction des différentes zones climatiques</b> .	44
<b>III.2. Discussions générales</b> .....	46
<b>III.2.1. Impact de l'irrigation de complément sur le rendement des légumineuses</b> .....	46
<b>III.2.2. Amélioration du rendement</b> .....	47
<b>Conclusion Générale</b> .....	48

## Résumé

La production de légumineuses dans les zones des hauts plateaux, plaines intérieures et subhumides est influencée par des conditions climatiques variables. L'irrigation d'appoint l'une des solutions pour atténuer la faiblesse et la fluctuation des rendements. Dans le but d'évaluer l'impact de l'irrigation d'appoint sur les rendements des légumineuses, et par extension sur les revenus agricoles, nous avons développé un modèle d'optimisation mathématique utilisant le logiciel GAMS. Validé avec des données réelles des exploitations à l'ENSA et de l'ITGC. Le modèle, basé sur la programmation linéaire, vise à maximiser les revenus agricoles tout en respectant les contraintes d'eau et de sol. Les résultats suggèrent que la culture du pois chiche est la plus rentable dans les hauts plateaux, tandis que la luzerne offre des revenus comparables dans les trois zones, dépendant de leurs caractéristiques, prix et rendements respectifs. Cette approche optimisée offre des perspectives précieuses pour la planification culturale dans ces régions.

**Mots clé :** Irrigation de complément, cultures de légumineuses, optimisation des plans culturels, programmation linéaire, Revenu monétaire.

## Abstract

The production of legumes in highlands, inland plains, and sub-humid areas is influenced by variable climatic conditions. Supplementary irrigation is one of the solutions to mitigate yield weakness and fluctuating. In order to assess the impact of supplementary irrigation on legumes yields, and consequently on agricultural income, we have developed a mathematical optimization model using the GAMS software. The model has been validated with real data from farms at National School of Agronomy and technical institute for field crops, based on linear programming, the model aims to maximize agricultural income while respecting water and soil constraints. The results suggest that chickpea cultivation is most profitable in highlands areas, while alfalfa offers comparable income in all three zones depending on their respective characteristics, prices and yields. This optimized approach provides valuable insights for crop planning in these regions.

**Keywords:** Supplemental irrigation, legume crops, optimization of cropping plans, linear programming, monetary income.

## المخلص

إن إنتاج البقوليات في مناطق الهضاب العالية والسهول الداخلية والمناطق الشبه رطبة يتأثر بظروف مناخية متغيرة. الري التكميلي هو واحد من الحلول للتخفيف من ضعف الإنتاج وتقلباته. من أجل تقييم تأثير الري التكميلي على إنتاجية البقوليات وبالتالي على دخل القطاع الزراعي، قمنا بتطوير نموذج تحسيني رياضي (GAMS) باستخدام برنامج

تم التحقق من صحة النموذج باستخدام بيانات حقيقية من المزارع في المدرسة الوطنية العليا للفلاحة والمعهد التقني للزراعات الواسعة. يهدف النموذج، القائم على البرمجة الخطية، إلى تحقيق أقصى إيرادات زراعية مع احترام القيود المتعلقة بالمياه والتربة. تشير النتائج إلى أن زراعة الحمص هي الأكثر ربحية في المناطق الجبلية، بينما توفر البرسيم إيرادات مقارنة في الثلاث مناطق، وذلك اعتمادًا على خصائصها وأسعارها. وإنتاجيتها المتنوعة. توفر هذه النهج المحسن آفاقًا قيمة لتخطيط الزراعة في هذه المناطق.

**الكلمات الرئيسية** الري التكميلي، زراعة البقوليات، تحسين خطط الزراعة، البرمجة الخطية، الدخل المالي.