

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

وزارة التعليم العالي و البحث العلمي

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

Ecole Nationale Supérieure Agronomique

المدرسة الوطنية العليا للفلاحة

Département : Génie rurale

القسم : الهندسة الريفية

Spécialité : Sciences de l'eau

التخصص : علوم الماء

Mémoire De Fin D'études

Pour L'obtention Du Diplôme De Master

THEME

Modélisation bio-économique d'une exploitation agricole céréalière.

Présenté Par : **HAMISSI Rahma**

Soutenu Publiquement le 22 /09/2019

Devant le jury composé de :

Mémoire dirigé par :

Mme BOURAS-CHEKIRED Fatma Zahra.

Maitre de conférences B, ENSA

Président (e) :

MmeHANK Dalila.

Maitre de conférences A, ENSA

Examineurs :

Mr DELLI Réda.

Maitre de conférences B, ENSA

Promotion 2016/2019

Table des matières

Remerciements	i
Dédicaces	ii
Liste des abréviations et des acronymes	iii
Liste des figures	vi
Liste des tableaux	viii
Liste des annexes.....	ix
Table des matières	x
Introduction générale.....	1

Chapitre I : Revue bibliographique

Introduction.....	4
I.1. la céréaliculture en Algérie	4
I.1.1. Evolution de la filière céréalière en Algérie	4
I.1.1.1. l'intensification agricole : période 1962-1977.....	4
I.1.1.2. désengagement partiel de l'État et émergence du capital privé : période 1980-1988	5
I.1.1.3. Réformes économiques et la politique d'ajustement structurel : période 1989-1995.....	5
I.1.1.4. Orientation du soutien de l'État vers la sphère de la production : période 1996-2008.....	6
I.1.1.5. Politique du renouveau agricole et rurale : La période 2009 à nos jours	7
I.1.2 La localisation géographique de la production	9
I.1.3 Evolution de la production des céréales	10
I.1.4. les caractéristiques de la consommation des céréales en Algérie	12
I.1.4.1. Le régime alimentaire de la population	12
I.1.4.2. Les niveaux de consommation	12
I.1.5. La méthode d'estimation de la production des céréales en Algérie	12
I.2.Généralités sur le blé dur et sa culture.....	14

I.2.1. Historique du blé dur.....	14
I.2.2.Phénologie du blé dur	16
I.2.3 .Exigences culturales du blé dur.....	18
I.2.3 .1.Facteurs édaphiques	18
I.2.3.2.Facteurs climatiques.....	19
I.2.3.2.1.Température	19
I.2.3.2.2.Eau	19
I.2.3.2.3.Lumière	20
I.2.3.2.4.Fertilisation	20
I.2.4.Production de blé dur	21
I.2.4.1 Dans le monde.....	21
I.2.4.2. En l'Algérie.....	21
I.2.5 .L'importation de blé en Algérie	22
I.3.L'irrigation des céréales.....	23
I.3.1. Notions et intérêt de l'irrigation d'appoint	23
I.3.1.1.Définition de l'irrigation d'appoint	23
I.3.1.2.Intérêt de l'irrigation d'appoint	24
I.3.2. Les aléas climatiques en Algérie	24
I.3.3. Influence des précipitations sur le niveau de production céréalière.....	26
I.3.4. Phases de sensibilité de la plante à la sécheresse.....	26
I.3.4.1.Périodes critiques	26
I.4. Revue bibliographique sur l'optimisation des plans culturaux	27
Conclusion	29

Chapitre II : matériels et méthodes

Introduction.....	30
II.1 Représentation du site d'étude	31
II.1.1 localisation de la commune d'Ainazel	31
II.1.2 cadre physique de la commune d'Ain azel.....	32

II.1.2.1.Climat	32
II.1.2.1.1.Précipitation	33
II.1.2.1.2.Température	34
II.1.2.1.3.Vent	36
II.1.2.1.4.Humidité relative	37
II.1.2.1.5.Insolation	39
II.1.2.2.Le secteur agricole de la commune d'Ain azel	40
II.1.2.2.1.Les superficies des céréales irriguées dans la commune d'Ain azel	41
II.1.2.2.2. Le domaine agricole.....	42
II.1.2.2.2.1.Typologies des exploitations agricoles.....	42
II.1.2.2.3. Production agricole	43
II.1.2.2.4. Ressource en eau.....	44
II.2.Analyse des exploitations agricoles enquêtées.....	45
II.2.1.L'enquête socio-économique	45
II.2.2.Le questionnaire	45
II.2.3.Caractérisation des exploitations agricoles enquêtées	45
II.2.4.Système de culture des exploitations enquêtées	46
II.2.4.1.Les superficies irriguées	46
II.2.4.2.Les superficies non irriguées.....	46
II.2.5.Les rendements agricoles des exploitations enquêtées	48
II.2.6.Quantité d'engrais sur les cultures céréalières	49
II.2.7.Identification des modes d'irrigation	49
II.2.8.Identification des sources d'eau	49
II.2.9.Pratique de l'irrigation dans les exploitations enquêtées.....	49
II.2.10.L'itinéraire technique des céréales	49
II.3. les modèles utilisés pour l'étude	50
II.3.1 Le modèle de croissance de plante (CROPWAT	50
II.3.1.1Définition de CROPWAT	50

II.3.1.2.Méthodologie de travail avec le logiciel CROPWAT	51
II.3.1.3. Les données d'entrée pour la construction du modèle.....	51
II.3.1.3.1. données climatiques	51
II.3.1.3.2. données pluviométriques	52
II.3.1.3.3. données culturelles.....	52
II.3.1.3.4. Données pédologiques	53
II.3.1.4. Calcul des années climatiques typiques	53
II.3.1.5.Calcul des besoins en eau pour les trois types d'année	54
II.3.2. Le modèle de programmation mathématique	54
II.3.2.1.Définition de GAMS	54
II.3.2.2.Le solveur CONOPT	55
II.3.2.3.Le solveur CPLEX.....	56
II.3.2.4.La structure d'un code GAMS.....	57
II.3.2.5. L'injection des données	58
II.3.2.5.1. Le rendement, les coûts et les prix des cultures	58
II.3.2.5.2.Les besoins d'irrigation nets	58
II.3.2.5.3. Les superficies agricoles et le volume en eau alloué	58
II.3.2.5.4. Les coefficients de réponse de rendement K_y	58
II.3.2.6. Le modèle mathématique	58
II.3.2.6.1. Modèle de la programmation linéaire	58
II.3.2.6.2. Modèle de la programmation non-linéaire	59
Conclusion	60

Chapitre III : Résultats et discussions

Introduction.....	61
III.1.Résultats du modèle de croissance de la plante (CROPWAT 8.0).....	61
III.1.1. année sèche	61
III.1.2. année moyenne	62
III.1.3.année humide.....	62
III.2. Résultats du modèle de programmation mathématique (GAMS)	63

III.2.1. Modèle de la programmation linéaire	63
III.2.1.1.le blé dur.....	63
III.2.1.2.blé tendre	64
III.2.1.3.orge.....	65
III.2.1.4.avoine	65
III.2.2. Modèle de la programmation non linéaire	67
III.3. Discussions générale	71
III.3.1. Impact de l'irrigation de complément sur le rendement des céréales	71
III.3.2. Impact de l'irrigation de complément sur le revenu monétaire	71
Conclusion générale	73
Références bibliographiques	75
Annexes.....	82

Résumé

La production céréalière dans les zones semi-arides (hauts plateaux) est tributaire des conditions climatiques très variables. L'irrigation d'appoint est l'une des solutions pour atténuer la faiblesse et la fluctuation des rendements.

Dans le but de quantifier l'importance de l'irrigation d'appoint comme facteur d'amélioration du rendement des céréales et par conséquent l'amélioration des revenus, et pour l'optimisation d'un plan cultural dans ces zones, nous avons élaboré pour ce travail deux modèles bioéconomiques qui sont le couplage d'un modèle de croissance (CROPWAT) et d'un modèle d'optimisation du comportement des agriculteurs (GAMS). Les modèles ont été validés à partir d'une enquête agricole effectuée dans la commune d'Ain azel dans la wilaya de Sétif, pour un échantillon de 72 exploitations céréalières, durant l'année 2019. L'analyse des résultats du premier modèle qui est fondé sur la programmation linéaire montre que l'irrigation de complément améliore les rendements et les revenus des agricultures, le deuxième modèle qui est fondé sur la programmation non linéaire optimise la fonction objectif, en maximisant le revenu de l'agriculteur, l'optimisation du plan cultural au niveau de cette zone propose la culture du blé dur comme la culture la plus rentable et cela dépend de ses caractéristiques, ses prix et ses rendements.

Mots clé : Irrigation de complément, cultures céréalières, modélisation bioéconomique, programmation non linéaire, programmation linéaire, optimisation, Revenu monétaire.

Abstract

Cereal production in semi-arid areas (high plateaus) depends on highly variable climatic conditions. Supplementary irrigation is one of the solutions to mitigate low and fluctuating yields.

In order to quantify the importance of supplementary irrigation as a factor in improving cereal yields and consequently income, and to optimize a cropping plan in these areas, we have developed two bio-economic models for this work, which are the coupling of a growth model (CROPWAT) and a farmer behaviour optimization model (GAMS). The models were validated on the basis of an agricultural survey carried out in the commune of Ain azel in the wilaya of Sétif, for a sample of 72 cereal farms, during the year 2019. The analysis of the results of the first model, which is based on linear programming, shows that supplemental irrigation improves yields and incomes of farmers, the second model, which is based on non-linear programming, optimizes the objective function, maximizing the farmer's income, optimizing the cropping plan in this area proposes durum wheat cultivation as the most profitable crop and this depends on its characteristics, prices and yields.

Keywords: Complementary irrigation, cereal crops, bio-economic modelling, non-linear programming, linear programming, optimization, cash income.

ملخص

يعتمد إنتاج الحبوب في المناطق شبه القاحلة (الهضاب المرتفعة) على الظروف المناخية شديدة التغير. يعتبر الري التكميلي أحد الحلول لتخفيف العوائد المنخفضة والمتقلبة.

من أجل تحديد أهمية الري التكميلي كعامل في تحسين غلة الحبوب وبالتالي الدخل، ولتحسين توزيع المحاصيل في هذه المناطق، قمنا بتطوير نموذجين لهذا العمل، وهما اقتران نموذج النمو (CROPWAT) ونموذج تحسين سلوك المزارعين (GAMS). تم التحقق من صحة النماذج على أساس مسح زراعي أجري في بلدية عين ازال بولاية سطيف، لعينة من 72 مزرعة حبوب، خلال عام 2019. تحليل نتائج النموذج الأول، والذي يستند على البرمجة الخطية، يوضح أن الري التكميلي يحسن غلات ودخل المزارعين، والنموذج الثاني، الذي يعتمد على البرمجة غير الخطية، يحسن الوظيفة الموضوعية، ويزيد من دخل المزارعين، يقترح التحسين هذا المجال زراعة القمح القاسي كمحصول أكثر ربحية وهذا يعتمد على خصائصه وأسعاره وعوائده.

الكلمات المفتاحية: الري التكميلي، محاصيل الحبوب، النمذجة الحيوية الاقتصادية، البرمجة غير الخطية، البرمجة الخطية، التحسين، الدخل النقدي.