

Ecole nationale supérieure agronomique

Département : Génie rural

Spécialité : Science de l'eau

المدرسة الوطنية العليا للفلاحة

القسم: الهندسة الريفية

التخصص: علوم المياه

Mémoire de fin d'étude

En vue de l'obtention du diplôme de master

## THEME

**Étude de l'effet combiné de la date de semis et du régime hydrique sur l'optimisation de la consommation des pluies du blé dur dans la plaine de la Mitidja**

Présenté par : Mlle. BABA Roumaïssa

Soutenu le : 11 /10/2022

Devant le jury :

Président : M. DELLI R.

Maitre-conférence (E.N.S.A)

Promoteur : M. MOUHOUCHE B.

Professeur (E.N.S.A)

Examineur : M. MANSOURI j.

Maitre-assistant (E.N.S.A)

Promotion : 2017 / 2022

## Table des matières

Introduction générale .....	2
Synthèse bibliographique	
Chapitre 1.Généralités sur le blé dur .....	6
1.Historique .....	6
1.1.Le blé dur .....	6
2.Importance et production du blé dans le monde et en Algérie .....	6
2.1.Dans le monde.....	6
2.2.En Algérie .....	7
3.Intérêt agronomique .....	7
4.L'intérêt alimentaire .....	7
5.Classification botanique et caractères généraux du blé dur .....	8
5.1.Classification botanique .....	8
5.2.Caractères généraux .....	9
6.Les stades phénologiques de blé dur .....	9
7.Les exigences du blé dur .....	10
7.1.Les exigences climatiques .....	10
7.2.Les exigences hydriques .....	10
Chapitre 2.Dynamique et performance de blé dur .....	12
1.A l'échelle mondiale .....	12
1.1.La répartition géographique de blé dur .....	12
2.A l'échelle nationale .....	12
2.1.La situation globale de blé dur en Algérie .....	12
2.2.La répartition géographique de blé dur .....	12
2.3.Rendement des céréales d'hiver .....	13
Chapitre 3.Les besoins en eau des blés .....	14
1.Importance et rôle de l'eau .....	14
2.Besoin en eau du blé dur .....	14
3.Besoins en eau de la culture .....	14
3.1.Pourquoi déterminer les besoins en eau des cultures .....	15
3.2.Comment déterminer les besoins en eau des cultures .....	15

3.2.1. Notion de l'évapotranspiration .....	15
3.2.1.1. Evapotranspiration potentielle (ETP) ou (ET0) .....	15
3.2.2. Méthodes de détermination des besoins en eau des cultures .....	15
3.2.2.1. Méthodes informatiques pour le calcul des besoins en eau .....	15
4. Besoins en eau d'irrigation (BI) .....	16
4.1. Les besoins nets d'irrigation (BN) .....	16
4.2. Les besoins bruts d'irrigation (Bb) .....	16
Chapitre 4. L'efficacité d'utilisation de l'eau .....	17
1. Notion d'efficacité d'eau .....	17
2. Notion d'efficacité et de productivité de l'eau agricole .....	17
3. Principales conceptions de la notion d'efficacité .....	17
3.1. Conception traditionnelle de l'efficacité de l'irrigation .....	17
3.2. Concepts de productivité (PE) et d'efficacité d'utilisation de l'eau (EUE) .....	18
Matériels et méthodes	
Chapitre 1. Présentation de la parcelle d'étude .....	20
1. Introduction .....	20
2. Situation géographique .....	20
3. Le Climat .....	20
4. Les précipitations .....	20
5. Le régime thermique .....	21
6. L'humidité relative de l'air .....	22
7. La durée d'insolation .....	23
8. Le régime des vents .....	23
9. Le sol .....	24
Chapitre 2. Calcul des besoins en eau de blé .....	25
1. Le logiciel CROPWAT .....	25
1.1. Fonctionnement du logiciel .....	26
2. Les données utilisées par le Cropwat dans le calcul des besoins en eau .....	27
2.1. Données climatiques .....	27
2.2. Données pluviométriques .....	28
2.3. Les données sur les types de cultures .....	30
2.3.1. Date de semis .....	30
2.3.2. Le coefficient cultural (Kc) .....	31
2.3.3. Tarsissement admissible du sol (P) .....	32

2.3.4.Facteur de réponse de rendement (Ky) .....	32
2.4.Données sur les propriétés du sol .....	33
2.4.1.Texture .....	33
2.4.2.La profondeur d'enracinement .....	34
3.Evaluation des besoins en eau des plantes cultivées .....	34
3.1.Calcul des besoins en eau des cultures (ETm) .....	34
3.2.Calcul des besoins en eau d'irrigation (BI) .....	34
3.3.Table des besoins en eaux des cultures .....	35
4.Estimation des doses et fréquences d'irrigation au niveau de la parcelle .....	35
4.1.Calendrier d'irrigation .....	36
5.L'approvisionnement de l'eau d'irrigation au niveau du périmètre à irriguer .....	37
5.1.L'assolement .....	37
6.Le périmètre .....	37
Résultats et discussion	
Chapitre 1.Calcul des besoins en eau du blé .....	40
1.Les besoins en eau (BE) du blé .....	40
1.1.Calcul de l'évapotranspiration de référence ETO .....	40
1.2.Calcul de la pluie efficace (eau verte) du blé dans la Mitidja .....	41
1.3.Les données sur la culture .....	43
1.4.Les données sur le type de sol de la parcelle .....	43
1.5.Les besoins en eau du blé dans la Mitidja .....	44
1.6.Calcul des BE d'irrigation (eau bleue) du blé .....	45
1.7.Bilan hydrique du blé dans la Mitidja .....	48
Chapitre 2.Calcul de l'efficacité d'utilisation de l'eau du blé dur.....	49
1.Effet de la date de semis sur les besoins en eau de la culture .....	49
1.1.Effet de la date de semis sur les besoins en eau ETM .....	49
1.2.Effet de la date de semis sur la valorisation de la pluie utile .....	50
1.3.Effet de la date de semis sur le volume d'irrigation de complément .....	51
1.4.Effet de la date de semis sur la chute de rendement en pluvial .....	52
1.5.Effet de la date de semis sur l'efficacité d'utilisation de l'eau consommée (EUE) .....	53
1.6.Conclusion sur l'effet de la date de semis sur la valorisation de l'eau .....	54
Conclusion générale .....	59
Les références bibliographiques .....	64

Résumé .....68

# Étude de l'effet combiné de la date de semis et du régime hydrique sur l'optimisation de la consommation des pluies du blé dur dans la plaine de la Mitidja

## Résumé

Sachant qu'en Algérie, le manque et la mauvaise répartition spatiotemporelle des précipitations représentent le principal facteur limitant les rendements du blé dur.

Afin d'améliorer les rendements par une meilleure valorisation des précipitations hivernales et une diminution maximale des volumes d'eau d'irrigation de complément printaniers, nous avons réalisé une étude sur les effets combinés de cinq dates de semis (début des mois 9, 10, 11, 12 et 1) et sous deux régimes hydriques (avec ou sans irrigation de complément), soit un total de 10 variantes.

A cet effet, nous avons quantifié les besoins en eau de la culture du blé dans la plaine de la Mitidja pour les dix variantes.

Pour se faire, nous avons utilisé le logiciel Cropwat 8.0 qui permet de calculer, en fonction des dates de semis :

- Les besoins en eau de la culture conduite en confort hydrique (ETM),
- La pluie utile consommée par la culture (Pu),
- La quantité d'eau apportées en d'irrigation de complément (Ei).

De plus, ce logiciel permet de calculer par simulation de conditions pluviales sans irrigation pour estimer les chutes de rendement en culture pluviale (sans irrigation).

En plus de la détermination de la date de semis, le calcul précis des volumes d'eau consommés permet de calculer le degré de valorisation du  $m^3$  d'eau ou l'efficacité d'utilisation de l'eau (EUE) des dix variantes pour :

- L'eau totale consommée (ETM),
- L'eau de pluie utile consommée (Pu) ou (eau verte),
- L'eau d'irrigation de complément (Ei) ou (eau bleue).

La tendance des résultats obtenus montre clairement que la période optimale de semis du blé dur dans la plaine de la Mitidja correspond au début octobre et à un degré moindre à la fin septembre et au début novembre.

En effet, tous les indicateurs confirment cette tendance.

Concernant les besoins en eau, l'ETM du semis de début d'octobre consomme seulement 56% par rapport au semis de janvier, alors que pour la valorisation de l'eau de pluie, le semis de début janvier ne bénéficie que de 70% de la pluie utile (Pu), ce qui permet au semis de début octobre de consommer seulement 834 m<sup>3</sup> d'irrigation de complément, soit 16% par rapport au semis tardif de début janvier.

En cas de gestion de la culture en pluvial (sans irrigation), la chute de rendement est d'environ 2% pour les semis précoces de début octobre à début novembre, par contre, cette chute atteint 46% pour un semis tardif de début janvier, soit un rendement de presque 50%.

Concernant l'efficacité d'utilisation de l'eau (EUE) ou productivité de l'eau, elle varie de 0,44 kg de grain blé par m<sup>3</sup> d'eau consommée pour une conduite en ETM (sans restriction hydrique) et un semis précoce de début octobre, cependant, pour un semis tardif de début janvier l'EUE n'est que de 0,15 kg/ m<sup>3</sup>, soit une valorisation de 33% par rapport à un semis précoce de début octobre.

Pour la pluie utile, l'EUE varie de 0,53 à 0,54 pour les semis précoces d'octobre et novembre, elle chute à 0,42 kg/ m<sup>3</sup> pour un semis tardif de début janvier.

Le seul facteur qui déroge à la règle concerne l'EUE de l'eau d'irrigation de complément, qui est mieux valorisée pour les semis très précoce (début septembre) et trop tardif de début janvier, avec des valeurs de 0,34 et 0,20 kg/ m<sup>3</sup>. Pour les semis d'octobre et novembre, la valorisation de l'eau de pluie est extrêmement faible, pour ne pas dire nulle, puisqu'elle est de l'ordre de 0,03 à 0,04 kg/ m<sup>3</sup>.

**Mots clés :** La plaine de la Mitidja, blé dur, Besoins en eau, Efficacité d'utilisation de l'eau, Cropwat 8.0, Irrigation de complément.

## **Study of the combined effect of sowing date and water regime on the optimization of rainfall consumption of durum wheat in the Mitidja plain**

### **Abstract**

Knowing that in Algeria, the lack and the bad spatiotemporal distribution of precipitations represent the main factor limiting the durum wheat yields.

In order to improve yields through a better use of winter precipitation and a maximum reduction of spring supplemental irrigation water volumes, we conducted a study on the combined effects of five sowing dates (beginning of months 9, 10, 11, 12 and 1) and under two water regimes (with or without supplemental irrigation), a total of 10 variants.

To this also, we quantified the water requirements of the wheat crop in the Mitidja plain for the ten variants.

To do this, we used the Cropwat 8.0 software which allows us to calculate, according to the sowing dates:

- The water requirements of the crop conducted in water comfort (ETM),
- The useful rainfall consumed by the crop (Pu),
- The quantity of water brought in for supplemental irrigation (Ei).

Moreover, this software allows to calculate by simulation of rainy conditions without irrigation to estimate the yield drops in rainfed crops (without irrigation).

In addition to the determination of the sowing date, the precise calculation of the volumes of water consumed makes it possible to calculate the degree of valorization of the m<sup>3</sup> of water or the water use efficiency (WUE) of the ten variants for:

- o Total water consumed (TWC),
- o Useful rainwater consumed (Pu) or (green water),
- o Supplemental irrigation water (Ei) or (blue water).

The trend of the results obtained clearly shows that the optimal period for sowing durum wheat in the Mitidja plain corresponds to the beginning of October and to a lesser degree to the end of September and the beginning of November.



Indeed, all indicators confirm this trend.

Concerning water requirements, the ETM of the early October sowing consumes only 56% compared to the January sowing, whereas for rainwater valorization, the early January sowing benefits from only 70% of the useful rain (Pu), which allows the early October sowing to consume only 834 m<sup>3</sup> of supplemental irrigation, 16% compared to the late sowing of early January.

In the case of rainfed crop management (without irrigation), the drop in yield is about 2% for early sowing from the beginning of October to the beginning of November, while this drop reaches 46% for late sowing at the beginning of January, a yield of almost 50%.

Concerning the water use efficiency (WUE) or water productivity, it varies from 0.44 kg of wheat grain per m<sup>3</sup> of water consumed for an ETM (without water restriction) and an early sowing in early October, however, for a late sowing in early January, the WUE is only 0.15 kg/ m<sup>3</sup>, that is to say a 33% improvement compared to an early sowing in early October.

For useful rainfall, the WUE varies from 0.53 to 0.54 for early sowing in October and November, and drops to 0.42 kg/ m<sup>3</sup> for late sowing in early January.

The only deviation from the rule is the WUE of supplemental irrigation water, which is better for very early (early September) and too late (early January) sowings, with values of 0.34 and 0.20 kg/ m<sup>3</sup>. For October and November sowings, the value of rainwater is extremely low, if not zero, since it is of the order of 0.03 to 0.04 kg/ m<sup>3</sup>.

**Keywords:** The Mitidja plain, durum wheat, Water requirements, Water use efficiency, Cropwat 8.0, Supplementary irrigation.

# دراسة التأثير المشترك لتاريخ البذر والنظام المائي على تعظيم الاستهلاك المطري للقمح الصلب في سهل متيجة.

## ملخص

مع العلم أن قلة هطول الأمطار في الجزائر وسوء توزيعها الزماني المكاني يمثلان العامل الرئيسي الذي يحد من إنتاجية القمح.

من أجل تحسين الغلة من خلال الاستفادة بشكل أفضل من الأمطار الشتوية وتقليل حجم مياه الري التكميلية في الربيع، أجرينا دراسة حول الآثار المشتركة لخمس مواعيد بذر (بداية الأشهر 9 و10 و11 و12 و1) وما دون نظامان للمياه (مع الري التكميلي أو بدون)، مما يجعل المجموع 10 متغيرات.

تحقيقاً لهذه الغاية، قمنا بتحديد الاحتياجات المائية لزراعة القمح في سهل متيجة للمتغيرات العشرة.

لقيام بذلك، استخدمنا برنامج Cropwat 8.0 الذي يجعل من الممكن الحساب، وفقاً لتواريخ البذر:

-الاحتياجات المائية للمحصول الذي يتم إجراؤه في الماء المريح (ETM) ،

-أمطار مفيدة يستهلكها المحصول (Pu) ،

-كمية المياه المقدمة في الري التكميلي.(Ei).

بالإضافة إلى ذلك، يتيح هذا البرنامج إمكانية الحساب عن طريق محاكاة ظروف المطر بدون ري لتقدير انخفاض الغلة في المحاصيل البعلية (بدون الري).

بالإضافة إلى تحديد تاريخ البذر، فإن الحساب الدقيق لأحجام المياه المستهلكة يجعل من الممكن حساب درجة استرداد متر مكعب من المياه أو كفاءة استخدام المياه (WUE) للمتغيرات العشرة من أجل:

- إجمالي المياه المستهلكة (ETM) ،
- مياه الأمطار المستهلكة المفيدة (Pu) أو (المياه الخضراء)،
- مياه الري التكميلية (Ei) أو (المياه الزرقاء).

يظهر اتجاه النتائج التي تم الحصول عليها بوضوح أن الفترة المثلى لزرع القمح الصلب في سهل متيجة تتوافق مع بداية شهر أكتوبر، وبدرجة أقل، نهاية شهر سبتمبر وبداية شهر نوفمبر.

في الواقع، كل المؤشرات تؤكد هذا الاتجاه.

فيما يتعلق بالاحتياجات المائية، تستهلك ETM لبذر أوائل شهر أكتوبر 56 ٪ فقط مقارنة بذار يناير، بينما بالنسبة لاستعادة مياه الأمطار، فإن البذر في أوائل يناير يستفيد فقط من 70 ٪ من الأمطار المفيدة (Pu) ، مما يسمح بالبذر في بداية أكتوبر لاستهلاك 834 م 3 فقط من الري التكميلي بنسبة 16 ٪ مقارنة بفترة البذر المتأخرة في بداية شهر يناير.

في حالة إدارة المحاصيل البعلية (بدون الري) يكون الانخفاض في المحصول حوالي 2٪ للزراعة المبكرة من بداية أكتوبر إلى بداية نوفمبر، من ناحية أخرى، يصل هذا الانخفاض إلى 46٪ بالنسبة للزراعة المتأخرة من البداية يناير، أي عائد يقارب 50٪.

فيما يتعلق بكفاءة استخدام المياه (WUE) أو إنتاجية المياه، فهي تختلف من 0.44 كجم من حبوب القمح لكل متر مكعب من المياه المستهلكة لإدارة ETM بدون قيود المياه والبذر المبكر من بداية شهر أكتوبر، ومع ذلك، بالنسبة للزراعة المتأخرة في بداية في يناير، يبلغ حجم WUE 0.15 كجم / متر مكعب فقط، أي انتعاش بنسبة 33 ٪ مقارنة بالبذر المبكر في بداية شهر أكتوبر.

بالنسبة للأمطار المفيدة، يتراوح معدل WUE من 0.53 إلى 0.54 للبذر المبكر في أكتوبر ونوفمبر، وينخفض إلى 0.42 كجم / م 3 للزراعة المتأخرة في أوائل يناير.

العامل الوحيد الذي يخالف القاعدة يتعلق بـ WUE لمياه الري التكميلية، والتي يتم تقييمها بشكل أفضل للبذر المبكر جداً (أوائل سبتمبر) والبذر المتأخر في بداية يناير، بقيم 0.20 و 0.34 كجم / م 3. بالنسبة للبذر في شهري أكتوبر ونوفمبر، يكون استخدام مياه الأمطار منخفضاً للغاية، إن لم يكن صفراً، حيث يتراوح بين 0.03 إلى 0.04 كجم / م 3.

**الكلمات المفتاحية:** سهل متيجة، القمح القاسي، المتطلبات المائية، كفاءة استخدام المياه، Cropwat 8.0، الري التكميلي.