



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
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

Département : Genie rural

Spécialité : Science de l'eau

المدرسة الوطنية العليا للفلاحة

القسم : الهندسة الريفية

التخصص : علم المياه

Mémoire De Fin D'études

En vue de l'Obtention Du Diplôme de Master

THEME

Impact du changement climatique sur la disponibilité en eau dans un bassin versant agricole. Construction d'un modèle QSWAT.

Présentée par : MALLAOUI Imène

Soutenu le : 14/11/2024

Devant le jury composé de :

Promotrice : Mme BOURAS-CHEKIRED Fatma Zohra	Maître de conférences classe A, ENSA.
Co-promotrice : Mme. LOUNIS Amal	Maître assistante classe B, ENSA.
Présidente :	
Mme HANK Dalila	Professeur, ENSA.
Examineurs :	
M FEDDAL Mohamed Amine	Professeur, ENSA
Mme SOUAG Doudja	Professeur, USTHB

Promotion : 2019-2024

Table des matières

Remerciement	I
Dédicace	II
Résumé	III
Liste des tableaux	X
Liste des figures	X
Liste des annexes	XI
Liste des abréviations.....	XII

I Introduction générale

Introduction et problématique	1
-------------------------------------	---

II Synthèse bibliographique

CHAPITRE 1 : Ressources Hydriques et Changement climatique

1	Introduction.....	6
2	Etat des ressources hydriques dans le monde	6
2.1.1	Distribution de l'eau douce sur Terre.....	7
2.1.2	Ressources hydriques	8
2.2	Facteurs affectant les ressources hydriques.....	11
2.3	Impact du changement climatique sur les ressources hydriques.....	11
2.3.1	Cycles hydrologiques et régime de précipitations.....	12
2.3.2	La qualité de l'eau	12
2.3.3	Les extrêmes.....	13
2.4	Stratégies mondiales pour la gestion des ressources en eau.....	14
2.4.1	Le développement durable lié à l'eau	14
2.4.2	Initiatives et accords internationaux.....	14
3	Ressources Hydriques en Algérie	15
3.1	Contexte hydrique algérien	15

3.1.1	Les eaux de surface	17
3.1.2	Les eaux souterraines	17
3.1.3	Les eaux usées	17
3.1.4	Les eaux saumâtres/salées	18
3.2	L'Algérie face au défi de l'eau.....	19
3.3	Impact du changement climatique sur les ressources en eau en Algérie.....	20
3.4	Mesures d'adaptation et stratégies de gestion en Algérie	21
3.4.1	Objectifs cibles du PNE à l'horizon 2030 (<i>PNE, 2017</i>).....	21
3.4.2	Les axes stratégiques du PNE (<i>PNE, 2017</i>)	22

CHAPITRE 2 : La modélisation hydrologique

1	Introduction.....	25
2	Processus de cycle hydrologique	25
2.1	L'évaporation	25
2.2	Précipitation	26
2.3	Infiltration.....	26
2.4	Ecoulement souterrain.....	26
2.5	Ruissellement de surface	27
3	Définition d'un modèle hydrologique.....	28
3.1	Types de modèles hydrologiques	29
3.1.1	Modèles empiriques	29
3.1.2	Modèles conceptuels	29
3.1.3	Modèles physiques	30
3.2	Discretisation spatiale	30
3.3	Fonctionnement d'un modèle hydrologique	32
4	L'objectif de la modélisation hydrologique.....	33

CHAPITRE 3 : Outil d'évaluation des sols et de l'eau (SWAT)

1	Le modèle SWAT – Choix et généralités	35
---	---	----

2	Principes du modèle SWAT.....	36
2.1	Bilan hydrique	37
2.1.1	L'évapotranspiration	38
2.1.2	Ruissellement et infiltration	39
3	Les domaines d'utilisation du SWAT.....	41
3.1	Impacts hydrologiques dans un environnement changeant.....	41
3.2	Erosion	41
3.3	Le ruissellement	42
3.4	Pesticides.....	42
3.5	Qualité de l'eau	43
3.6	La neige.....	43
4	Études réalisées avec SWAT	43

III Matériels et méthodes

1	Contexte et objectifs du travail	48
1.1	Contexte	48
1.2	Méthodologie de travail	48
2	Description de la zone d'étude.....	49
2.1	Présentation spatiale du sous bassin versant d'el Harrach	49
2.2	Hydrographie.....	51
2.3	Géologie et pédologie.....	52
2.4	Relief et topographie	53
3	Données d'entrées pour la modélisation.....	53
3.1	Données climatiques	53
3.1.1	Températures	53
3.1.2	Précipitations :.....	54
3.1.3	Diagrammes ombrothermiques	55
3.2	Données hydriques (débits).....	57

3.3	Le modèle numérique de terrain (MNT)	58
3.4	Pentes	58
3.5	Occupation du sol.....	61
3.6	Type de sol	62

IV Résultats et discussions

1	Calibration hydrologique	65
1.1	Débit	70
1.2	Occupation du sol.....	72
2	Le bilan hydrologique	74
2.1	Précipitations	75
2.2	Évapotranspiration	76
2.3	Ruissellement et mouvements de l'eau.....	77
2.4	Infiltration et percolation.....	78
2.5	Interactions avec les aquifères.....	79
2.6	Indice de courbe moyen	79
2.7	Irrigation et drainage par tuyaux	79
2.8	Indices des rapports du bilan hydrique.....	79
2.9	Sédiments	81
2.9.1	Perte de sédiments sur les terres.....	82
2.9.2	Sources de sédiments des points d'entrée ou des zones urbaines.....	82
2.9.3	Modification des sédiments dans le cours d'eau.....	83
2.9.4	Ruissellement de surface	83
2.9.5	Facteurs influençant les sédiments en rivière.....	83
3	Impacts des variations climatique dans le futur	84
3.1	Résultats de corrélation des données observées et données simulées.....	85
3.2	Diagrammes ombrothermiques des années types prévisionnelles	87
3.2.1	Années sèche (2038)	87

3.2.2	Années moyenne (2043).....	88
3.2.3	Années humide (2047)	89
3.3	Taux de variation climatique entre l’historique et le futur.....	90
3.3.1	Précipitation	91
3.3.2	Température	91
4	Discussion générale	92

V Conclusion générale

Conclusion générale	95
Références bibliographiques	98

Résumé

La présente étude vise à contribuer à la gestion durable des ressources en eau dans le cadre du projet PNR, en adaptant un modèle hydrologique régional aux processus hydrologiques et au transport de sédiments dans le bassin versant d'el Harrach, qui tient compte du climat, du couvert végétal, des pratiques socio-économiques et de l'état de la surface du sol. Pour ce faire, le modèle SWAT (Soil and Water Assessment Tool), un modèle hydrologique physique semi distribué à interface SIG a été calibré et validé pour le bassin versant étudié. Le bilan hydrologique a été calculé pour chaque unité homogène du point de vue des propriétés physiques des sols et d'utilisation des terres (HRU) avant d'être agrégé à l'échelle du sous bassin, puis du bassin. Ceci augmente la précision des résultats. Les résultats ont montré que le modèle SWAT a bien reproduit l'hydrologie du bassin versant. Du bilan hydrologique annuel moyen, il ressort que les apports pluviométriques sur le bassin enregistrés sont de 650,50 mm/an pour la période allant de 1968- 2022, Le ruissellement de surface moyen s'élève à 368,10 mm/an, soit un coefficient de ruissellement de 63%, et l'évapotranspiration varie entre 132 et 140 mm/an, soit 0,21% des précipitations.

Mots clés : Ressources en eau, changements climatiques, modélisation hydrologique, SWAT.

المخلص

الهدف من هذه الدراسة هو المساهمة في الإدارة المستدامة للموارد المائية كجزء من مشروع البرنامج الوطني للبحوث المائية، من خلال تكييف نموذج هيدرولوجي إقليمي للعمليات الهيدرولوجية وانتقال الرواسب في مستجمع الحراش، مع الأخذ بعين الاعتبار المناخ والغطاء النباتي والممارسات الاجتماعية والاقتصادية وحالة سطح التربة. ولتحقيق هذه الغاية، تمت معايرة النموذج (أداة تقييم التربة والمياه)، وهو نموذج هيدرولوجي فيزيائي شبه موزع مع واجهة نظام المعلومات الجغرافية، وتم التحقق من صحته لمستجمعات المياه المدروسة. تم حساب التوازن المائي لكل وحدة متجانسة من حيث الخصائص الفيزيائية للتربة واستخدام الأراضي (وحدة الاستجابة الهيدرولوجية) قبل تجميعها على نطاق الحوض الفرعي ثم الحوض. وهذا يزيد من دقة النتائج. أظهرت النتائج أن النموذج (أداة تقييم التربة والمياه) أعاد إنتاج هيدرولوجيا مستجمعات المياه بشكل جيد. ويبين متوسط الرصيد الهيدرولوجي السنوي أن متوسط الهطول المطري المسجل في مستجمع المياه يبلغ 650.50 ملم/سنة للفترة 1968-2022، ويبلغ متوسط الجريان السطحي 368.10 ملم/سنة، أي أن معامل الجريان السطحي يبلغ 63%، ويتراوح التبخر النتح بين 132 و140 ملم/سنة، أي 0.21% من هطول الأمطار

الكلمات المفتاحية : SWAT. الموارد المائية، تغير المناخ، النمذجة الهيدرولوجية،

Resume

The present study aims to contribute to sustainable water resource management within the framework of the PNR project, by adapting a regional hydrological model to hydrological processes and sediment transport in the el Harrach catchment, taking into account climate, vegetation cover, socio-economic practices and soil surface conditions. To this end, the SWAT (Soil and Water Assessment Tool) model, a semi-distributed physical hydrological model with a GIS interface, was calibrated and validated for the watershed studied. The water balance was calculated for each homogeneous unit in terms of physical soil properties and land use (HRU), before being aggregated at sub-basin and then basin level. This increases the accuracy of the results. The results showed that the SWAT model reproduced the hydrology of the watershed well. From the average annual hydrological balance, it emerged that rainfall contributions to the catchment recorded were 650.50 mm/year for the period 1968-2022, average surface runoff was 368.10 mm/year, i.e. a runoff coefficient of 63%, and evapotranspiration varied between 132 and 140 mm/year, i.e. 0.21% of precipitation.

Key words: Water resources, climate change, hydrological modeling, SWAT.