

ISSN 0330 - 7956



# REVUE DES RÉGIONS ARIDES

Éditée par l'Institut des Régions Arides - Médenine - TUNISIE

Numéro Spécial

## Actes du Séminaire: les Systèmes d'Information Géographique pour l'Etude de l'Environnement

Djerba (Tunisie),  
21-22-23 Mai 2012

33(1/2014)

Mai 2014

Répertoriée dans la base PASCAL de l'INIST

## **Analyse de la vulnérabilité de l'oliveraie au changement climatique (CC) dans le gouvernorat de Médenine moyennant un outil SIG**

M. Ouessar\*, A. Zerrim

Institut des Régions Arides (IRA), Médenine, Tunisie

Campus Universitaire Tunis -Université de Tunis El Manar Tunisie

\* :Fax. : +216 75 633006 ; Courriel : [Ouessar.Mohamed@ira.rnrt.tn](mailto:Ouessar.Mohamed@ira.rnrt.tn)

### **RÉSUMÉ**

Pour étudier les impacts du CC sur l'oléiculture dans le gouvernorat de Médenine (Tunisie), un modèle a été développé et qui se base sur le calcul du bilan hydrique en tenant compte de certains paramètres tels que: orographie, types des sols, conditions climatiques. Trois scénarios climatiques ont été étudiés : l'état durant l'année 2010 et les projections futures (2020 et 2050) comme définis par la stratégie nationale. L'usage de l'extension 'ModelBuilder' d'ARCGIS nous a permis l'automatisation en chaine de toutes les combinaisons des inputs : carte du sol (texture, profondeur), oliviers (montagne, plaine), stations météo (Houmet Souk, Médenine), pluviométrie (Houmet souk, Médenine, Bir Soltane, Sid Toui), et scénarios climatiques. Le couplage avec le logiciel de calcul du bilan hydrique (BUDGET) a résulté dans l'élaboration des cartes de vulnérabilité de l'oliveraie au CC. Les résultats de simulation montrent une nette diminution des superficies aptes à l'oléiculture surtout dans les plaines intérieures et les zones à bioclimat aride inférieur.

**Mots Clés** : Changement climatique, oliveraie, SIG, ModelBuilder.

### **1-INTRODUCTION**

Dans le gouvernorat de Médenine, les plantations d'oliviers occupent environ 50% de la superficie oléicole du sud de la Tunisie. Elles comptent environ 4 millions d'oliviers sur une superficie de 188250 ha en 2010. La majorité est plantée en sec. Par conséquent, en plus de la fluctuation de la production d'une année à l'autre (phénomène biologique de l'alternance de l'olivier), elle est très variable en raison des conditions climatiques très aléatoires.

Les projections du modèle HadCM3 relatives au scénario moyen A2 ont été adoptées pour le cas du gouvernorat de Médenine. Concernant les températures, le scénario A2 prévoit l'élévation de la température de +1.0° C à +1,1° C et de +2.1° C à +2,6° C respectivement pour les années 2020 et 2050. Quant aux précipitations, le modèle montre une tendance à la baisse de -7 % à -9 % et de -18 % à -27 % respectivement aux horizons 2020 et 2050.

### **2-MÉTHODOLOGIE**

L'approche méthodologique est portée par la figure 1. Le bilan hydrique a été calculé par le modèle BUDGET développé par Raes (2002). BUDGET est

un logiciel de domaine public ([www.iupware.be](http://www.iupware.be)) qui calcule l'évolution du stock de l'eau dans un profil de sol cultivé en fonction des inputs (pluviométrie, irrigation, etc.) et des outputs (évapotranspiration, etc.) durant une période donnée.

Ce modèle a été appliqué par Schiettecatte et al. (2005) et Ouessar (2007) pour évaluer l'impact de système de collecte des eaux (jessour) sur la performance de l'olivier dans la région montagneuse aride de Béni Khédache (sud-est de la Tunisie).

L'évapotranspiration des cultures est calculée en multipliant l'évapotranspiration de référence avec un coefficient de culture (Allen *et al.*, 1998):

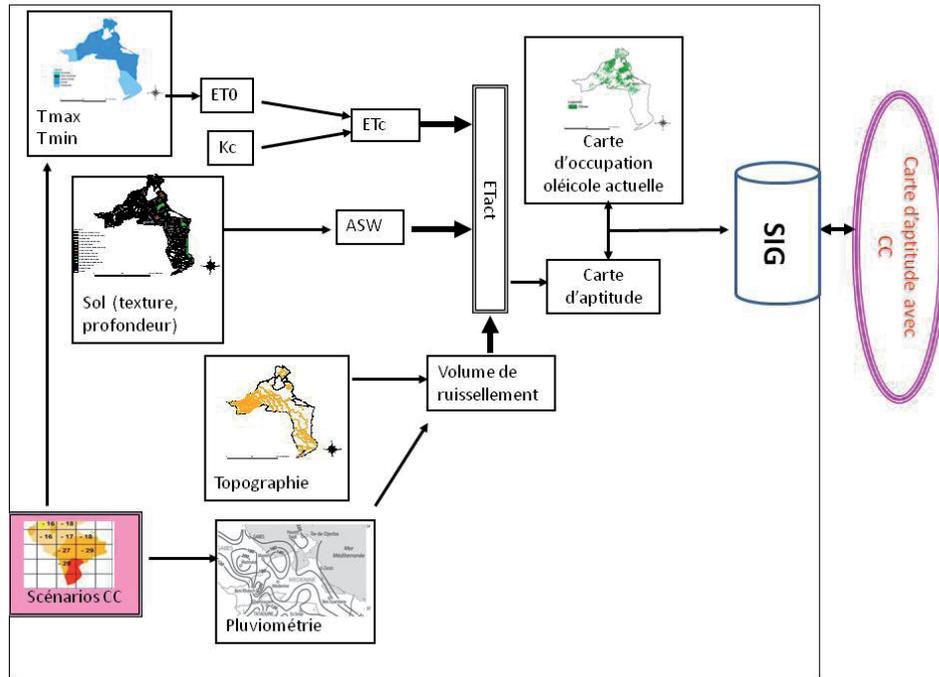
$$ET_{crop} = k_{crop} \times ET0$$

Où :

$ET_{cultures}$  = évapotranspiration de la culture dans des conditions normales (mm jour<sup>-1</sup>)

$ET0$  = évapotranspiration potentielle ou évapotranspiration de référence (mm jour<sup>-1</sup>)

$k_{crop}$  = coefficient cultural (-).



**Figure 1:** Diagramme de l'approche méthodologique (Sghaier et Ouessar, 2013)

La méthode de Penman–Monteith de la FAO (Allen *et al.*, 1998) a été utilisée pour calculer ET<sub>0</sub> en se basant sur les données recueillies par les stations météorologiques de la région (Médenine et Houmt Souk). Le K<sub>c</sub> est dérivé des études menées par Schiettecatte *et al.*, (2005), Fleskens *et al.* (2005), et Ouessar (2007) qui ont distingué deux grandes zones écologiques : la montagne et la plaine.

Si l'humidité du sol disponible n'est pas suffisante pour répondre aux besoins de la culture, l'évapotranspiration réelle est inférieure à l'évapotranspiration de la culture dans des conditions normales. L'évapotranspiration des cultures, notée ET<sub>c</sub> est l'évapotranspiration d'une culture sans maladie, cultivée dans les champs, et dans des conditions hydriques optimales du sol.

L'eau disponible pour la culture est déterminée par la teneur en eau du sol entre la capacité au champ et le point de flétrissement permanent. L'eau facilement disponible pour la culture est déterminée par le facteur de l'appauvrissement en eau du sol (p), de l'eau totale du sol qui peut être utilisée. Ce facteur donne une indication de la tolérance de la récolte au stress hydrique (Allen *et al.*, 1998).

$$ET_a = (S_t \times D) / [(1 - p) \times S_a \times D] \times ET_{crop}$$

Où :

ET<sub>a</sub> = l'évapotranspiration réelle (mm)

S<sub>t</sub> = l'approvisionnement en eau du sol au temps t (mm m<sup>-1</sup>)

S<sub>a</sub> = l'approvisionnement maximale en eau du sol (mm m<sup>-1</sup>)

D = profondeur du profil (m)

ET<sub>c</sub> = évapotranspiration de la récolte dans des conditions normales (mm)

p = le facteur d'appauvrissement qui détermine la valeur du seuil pour la teneur en eau dans la zone racinaire au-dessous duquel les racines ne sont plus capables d'absorber de l'eau.

En se référant à des études antérieures (Ouessar, 2007; Ouessar *et al.*, 2009), la carte pédologique existante a été modifiée pour prendre en compte les sols 'artificiels' construits derrière les unités de collecte des eaux et les sédiments déposés. Deux classes ont été ajoutées : JESR : sols derrière *jessour* et STAB : sols derrière *tabias*.

Sur les terrains en pente et afin de tenir compte de la présence de systèmes de collecte des eaux (*jessour*, *tabias*), les apports en eaux de ruissellement ont été considérées comme des irrigations d'appoint

estimées en se référant aux travaux effectués dans la région (Fersi 1985; Ouessar et al. 2009; etc.).

Ainsi, les classes d'aptitude des sols à l'oléiculture ont été déterminées en considérant le rapport ETa/ETc (Tableau 1).

**Tableau 1** : Classes d'aptitude des terres à l'oléiculture dans le Gouvernorat de Médenine

Classes	Eta/Etc (%)
Très élevée	> 75
Elevée	60-80
Moyenne	45-60
Faible	20-45
Marginale	<20

Les scénarios suivants ont été considérés :

- scénario 1: année moyenne (normale basée sur les données historiques), (2010),
- scénario 2: une année moyenne avec CC à l'horizon 2020 selon les projections du MARH (2007),
- scénario 3: une année moyenne avec CC à l'horizon 2050 selon les projections du MARH (2007).

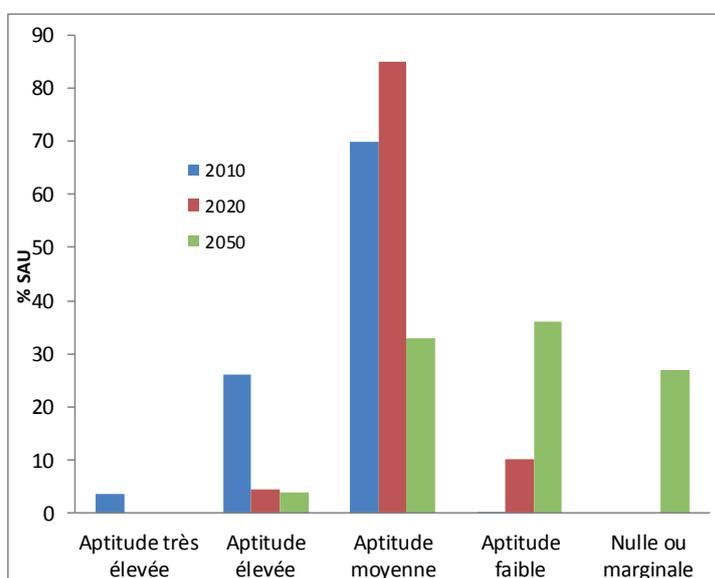
Le modèle a été appliqué en se basant sur la carte actuelle de l'oléiculture du gouvernorat de Médenine dont la superficie d'olivier est estimée aux alentours de 200000 ha.

La préparation des différentes cartes d'input ainsi que la spatialisation des résultats ont été assurées

par le logiciel ArcGIS9.3. L'utilisation du module "ModelBuilder" a permis l'automatisation des différentes combinaisons de situations possibles de : position (montagne, plaine), sols (toutes les classes des sols), les stations météo (Médenine et Houmt Souk) et les pluviomètres installés dans les grandes zones naturelles : Dahar, Jbel/plaine, El Ouara, Djerba-Zarzis (côte). Le "ModelBuilder" assure le regroupement et le déclenchement d'environ 450 étapes d'interpolation, utilisant différents outils d'analyse d'« ArcToolbox ». Ces outils sont intégrés dans un schéma conceptuel dressé auparavant, en tenant compte de toutes les étapes à suivre. Ce modèle est subdivisé en quatre étapes successives, la première étape est consacrée à générer la carte pédologique à partir de la carte des textures et la carte des profondeurs, servant par la suite comme input au modèle « BUDGET ». Les trois autres étapes sont consacrées à l'interpolation raster et vectorielle des cartes d'aptitude 2010, 2020 et 2050, ainsi qu'au calcul des superficies des différentes classes d'aptitude.

### 3-RÉSULTATS

Les résultats de cette analyse sont synthétisés par la figure 2. En effet, il révèle qu'à cause de la dominance du climat aride sur tout le territoire du gouvernorat, l'aptitude très élevée est presque absente et ne dépasse pas les 3% en 2010. A l'état actuel (2010), 99% des plantations oléicoles occupent des zones à conditions favorables (aptitude moyenne à élevée). Toutefois et sous l'effet du CC, ce rapport chutera à environ 89% et 73%, respectivement aux horizons 2020 et 2050. En contre partie, les zones à aptitude faible passeront de 1% à l'état de référence à 27% en 2050.



**Figure 2** : Répartition (%) de classes d'aptitude de sols à l'oléiculture par rapport à la Surface Agricole Utile (SAU) du gouvernorat de Médenine (Scénarios : 2010, 2020, 2050)

L'état de référence (2010) est caractérisé par l'importance des zones favorables (aptitudes élevée à moyenne) qui couvrent une grande majorité de la SAU du gouvernorat allant de la zone montagneuse à la zone côtière et en passant via la plaine de la Jeffara. En effet, les zones à proximité de la mer profitent d'une pluviométrie plus élevées, d'une humidité de l'air plus grande et de températures douces. De l'autre côté, les aménagements de conservation des eaux et sols (CES), concentrés dans la région montagneuse et à topographie favorable, peuvent assurer la mobilisation de quantités assez importantes d'eau de ruissellement qui jouent le rôle d'irrigations d'appoint. En plus, dans les deux cas, les sols sont profonds et offrent de véritables réservoirs pour emmagasiner d'importantes réserves en eau et des stocks élevés de nutriments. Les zones à aptitude faible se limitent aux sols à faibles profondeurs et se localisent entre Zarzis et Ben Guerdane.

En 2020 et sous les effets du CC (diminution des précipitations et augmentation de la température et de l'évapotranspiration), se sont les zones à aptitude moyenne qui prennent le dessus pour concerner pratiquement toute la plaine de la Jeffara et la zone côtière. En parallèle, d'autres zones à aptitude faible commencent à y apparaître aussi surtout dans les zones où les sols sont peu profonds (à l'est de Sidi Makhlof). Les sols situés derrière les « jessour » continuent à préserver une aptitude élevée (région montagneuse autour de Béni Khédache).

En 2050, les zones à aptitude faible s'élargissent pour concerner, à côté d'autres zones de la plaine de la Jeffara, une partie de la zone côtière et l'île de Djerba. En contre partie, les aménagements en jessour continuent à conserver une aptitude élevée et ce malgré l'accentuation des effets du CC. La zone traditionnelle d'oléiculture de Zarzis et de Dakhla préserve aussi une aptitude moyenne.

#### 4-DISCUSSION ET CONCLUSION

Malgré que l'olivier est connu par son adaptation aux conditions climatiques très difficiles, le CC devrait influencer négativement les possibilités d'expansion de la plantation de cet arbre. Par conséquent, les planificateurs et les décideurs doivent dissuader et avertir les agriculteurs que l'extension de l'oléiculture serait de plus en plus risquée dans les grandes régions du gouvernorat où les précipitations vont diminuer considérablement dans les décennies à venir. Elle concerne principalement les domaines du plateau de Dhahar, El Ouara et grandes parties de la

plaine de la Jeffara surtout où le sol est relativement peu profond. Dans cette même perspective, malgré l'olivier réputé pour sa grande capacité d'adaptation aux différents bioclimats du pays et aussi par son aptitude à valoriser les régions arides, à travers un bon contrôle stomatique, un système racinaire puissant et un faible potentiel hydrique, reste malgré tout sensible au stress hydrique. Ben Rouina et al. (2002) expliquent que l'olivier manifeste les effets d'un déficit hydrique sévère découlant d'une pluviométrie insuffisante, par l'abaissement des teneurs de ses différents organes en matières carbonées et minérales et par le ralentissement de son activité photosynthétique qui se traduira par une réduction de l'émission de nouvelles feuilles et pousses, du volume de la frondaison et de la production. En outre, la prise en compte d'autres facteurs tels que les ravageurs, les contraintes socio-économiques (foncier, marché, etc.) réduiraient certainement les zones d'extension convenable de l'olivier.

De nombreux auteurs ont montré que des volumes, même limités, d'eau d'irrigation d'appoint durant les périodes critiques de croissance (printemps et automne) pourraient être très efficaces pour maintenir et même améliorer le rendement des oliviers. Ben Ahmed et al. (2007) ont trouvé que fournir 33 % des besoins en eau pourrait être suffisant pour la variété Chemlali dans une région semi-aride de la Tunisie (Sfax) sans que cela nuise à la production et à la photosynthèse. Toutefois, cette option est applicable seulement dans le cas où l'eau est disponible. Malheureusement, il est prévu que les CC engendreraient des réductions considérables dans les ressources en eau dans les zones arides du pays (MARH, 2007).

Comme souligné par Masmoudi et al. (2007), plus d'investigations sont nécessaires afin de mieux sélectionner le Kc de l'olivier pour les différentes conditions édapho-agro-climatiques. En outre, des corrélations sont aussi à établir avec les rendements.

Il convient de rappeler que la présente étude a considéré uniquement les effets de CC sur le bilan hydrique de l'olivier. D'autres facteurs importants tels que les ravageurs des cultures, la physiologie, les conditions socio-économiques, etc. n'ont pas été pris en compte. En outre, les scénarios ont été calculés pour les conditions climatiques moyennes que ce soit aussi bien pour la situation de base (2010) que pour les horizons 2020 et 2050. Par conséquent, il est fortement recommandé d'intégrer d'autres

paramètres importants tels que la variabilité inter et intra annuelle des précipitations, la physiologie/phénologie, la production, les contraintes socio-économiques, les marchés, etc. afin d'améliorer cet outil. En outre, une fois les autres secteurs (céréales, eau, pâturages, etc.) sont étudiés, cet outil pourrait être, à un stade ultérieur, couplé avec la carte agricole, afin d'être utilisé comme un outil complet et intégré pour la prise de décision dans le contexte de CC.

## Remerciements

Le travail technique ainsi que la participation au séminaire SIG2E ont été soutenus par l'Agence de Coopération Allemande (GIZ) et le projet SUMAMAD financé par le Gouvernement Flamand (Belgique).

## RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Allen, R.G., Smith, D., Raes, A., Pereira, L.S. (1998) : Crop evapotranspiration: guidelines for computing crop water requirements. FAO Irrigation and Drainage Papers No. 56, Rome, 300pp.
- Ben Ahmed, C., B.Ben Rouina and M. Boukhriss. 2007. Effects of water deficit on olive trees cv. Chemlali under field conditions in arid region in Tunisia. *Sci. Hort.*, doi:10.1016/j.scienta.2007.03.020.
- Ben Rouina B., Trigui A., Boukhris M. 2002. Effects of the climate and the soil conditions on the crops performances of 'Chemlali de Sfax' olive trees. *Acta. Hort. (ISHS)*, 586 :285-289.
- Fersi M (1985) Etude hydrologique d'oued Oum Zessar à Koutine. Ministère de l'Agriculture, Tunis
- Fleskens L., Stroosnijder L., Ouessar M., J. De Graaff (2005) : Evaluation of the on site impact of water harvesting in Southern Tunisia. *Journal of Arid Environment*, 62, 613-630.
- King L., Nasr Z. (2007) : Climat. In : Changements climatiques : effets sur l'économie tunisienne et stratégie d'adaptation pour le secteur agricole et les ressources naturelles. GTZ/MARH, Tunis.
- MARH & GTZ (2007) : Stratégie nationale d'adaptation de l'agriculture tunisienne et des écosystèmes aux changements climatiques, COPA consultants & ExA Consult Tunisie.
- Masmoudi M.M., Masmoudi-Gharfi C., Mahjoub I. Ben Mechlia N. (2007) : Water requirements of individual olive trees in relation to canopy and root development. In: Lamadelena N., Bigliotti C., Todorovic M., Scardigno A. (eds), *Water saving in the Mediterranean agriculture and future research needs (Vol .1)*. CIHEAM-IAMB, pp:73-80.
- Ouessar M. (2007) : *Hydrological impacts of rainwater harvesting in wadi Oum Zessar watershed (southern Tunisia)*. Ph.D. thesis, Faculty of Bio-Engineering Sciences, Ghent University, Belgium, 154 pp., 2007.
- Ouessar M., Bruggeman A., Abdelli F., Mohtar R.H., Gabriels D., Cornelis C. (2009). Modelling water-harvesting systems in the arid south of Tunisia using SWAT. *Hydrol. Earth Syst. Sci.* 13(10):2003–2021
- Raes, D. (2002) : BUDGET, a soil water and salt balance model: Reference manual. Katholieke Universiteit Leuven, Department of Land Management, Leuven, Belgium, 83p. (<http://www.iupware.be>).
- Schiettecatte, W., Ouessar, M., Gabriels, D., Tanghe, S., Heirman, S., Abdelli, F., 2005. Impact of water harvesting techniques on soil and water conservation: a case study on a micro catchment in southeastern Tunisia. *Journal of Arid Environments* 61, 297–313.
- Sghaier M., M. Ouessar 2013. L'oliveraie tunisienne face au changement climatique : Méthode d'analyse et étude de cas pour le gouvernorat de Médenine. GIZ, Tunis, 40 pp.