

# IMPACTS OF CLIMATE CHANGE ON SHEEP SYSTEM COMPONENTS

## IMPACTS DES CHANGEMENTS CLIMATIQUE SUR LES COMPOSANTES DU SYSTÈME OVIN



A. CHIHAOUI<sup>1\*</sup>, T. NAJAR<sup>2</sup>, M. MEHWECHI<sup>3</sup>

<sup>1</sup> University of Gabes. Faculty of Science of Gabes. Laboratory Sustainability of Agricultural Production Systems in the North West. Superior School of Agriculture of Boulifa 7119, Le Kef. Tunisia.

<sup>2</sup> University of Charthage. National Agronomic Institute of Tunisia. Animal Production Department. 43 Avenue Charles Nicolle, Tunis 1082 Tunisia.

<sup>3</sup> University of Jandouba. The Kef School of Agriculture. Laboratory Sustainability of Agricultural Production Systems in the North West. Superior School of Agriculture of Boulifa 7119, Le Kef. Tunisia.

\*Corresponding author: [ouldahmedmohamed@yahoo.fr](mailto:ouldahmedmohamed@yahoo.fr)

**Abstract** - Pastoral systems occupy two-thirds of the world's arid lands with higher rates of desertification than other land uses (Neely et al., 2009). Therefore, agriculture has been and will certainly be affected by the negative impacts of climate change, this phenomenon which affects seriously water resources, ecosystems and agro-systems. The expected succession of dry years will lead to a decline in livestock (sheep, cattle and goats) by 80% in the central and southern parts of the country and 20% in the north (GEREP-Environnement, 2009). Among the governorates studied, the governorate of Siliana is declared as the most affected zone by desertification in Tunisia.

The main theme of this study aims to characterize the climatic changes over 30 years in the semiarid region of Tunisia. In order to identify the consequences of climate change on grasslands and pastures and subsequently the productivity of small ruminants.

The statistical analyzes was carried out by the statistical software SAS 0.9. The effect of several factors on the evolution of the numbers, the area of occupations of the soil which is an indicator on the nature of the orientation of agricultural area and the variability between governorates were studied.

Variance analysis were made to understand the changes of the cultivated area, which is indicator on the evolution of the agricultural practices in the study zone, and to compare the differences between governorates and years.

The results show that climate change has direct and indirect effects on the sheep farming situation in the region studied. It has clearly shown that the studied governorates do not have the same vocation of breeding. The governorate of ElKef is the most affected by these climatic changes. This leads to develop a simulation tool that allows predicting the impact of climate change on sheep farming.

**Keywords:** Climate change - sheep-forage- area-farming.

**Résumé** - Les systèmes pastoraux occupent les deux tiers des terres arides du monde avec des taux de désertification les plus élevés (Neely et al., 2009). Par conséquent, l'agriculture a été et sera toujours affectée par les effets négatifs du changement climatique, ce phénomène qui affecte sérieusement les ressources en eau, les écosystèmes et les agro-systèmes. La succession attendue d'années sèches entraînera une baisse du bétail (ovins, bovins et caprins) de 80% dans les régions centrale et sud du pays et de 20% dans le nord (GEREP-Environnement, 2009). Parmi les gouvernorats étudiés, le gouvernorat de Siliana est déclaré la zone la plus touchée par la désertification en Tunisie.

Le thème principal de cette étude vise à caractériser les changements climatiques de plus de 30 ans dans la région semi-aride de Tunisie. Afin d'identifier les conséquences du changement climatique sur les prairies et les pâturages et par la suite, la productivité des petits ruminants.

Les paramètres étudiés ont été analysés statistiquement par une analyse de la variance avec le logiciel statistique SAS 0.9. L'effet de plusieurs facteurs sur l'évolution des effectifs et la superficie des occupations du sol est un indicateur sur la nature de l'orientation agricole dans la région d'étude et la mesure de la variabilité entre les gouvernorats ainsi que la variabilité interannuelle.

Les résultats de l'étude de ces quatre paramètres climatiques, montrent que les changements climatiques ont des effets directs et indirects sur la situation d'élevage ovin dans la région étudiée. Ils ont mis en évidence que les gouvernorats concernés ne possèdent pas la même vocation d'élevage sachant que le gouvernorat le plus affecté par ces changements est celui du KEF. Ce qui nous conduit à l'intérêt de mettre en place un outil de simulation qui nous permettrait de prévoir l'impact des changements climatique sur l'élevage ovin.

---

**Mots clés :** Changements climatiques – ovins-superficies fourragères-parcours-élevage

---

## 1. Introduction

La répartition des troupeaux par zone bioclimatique permet de constater un déséquilibre entre les tailles des exploitations et l'implantation du cheptel (Ben Dhia 1995). En fait, le changement climatique aura des conséquences de grande portée sur les produits laitiers, la viande et la production de laine, provenant principalement de son impact sur les prairies et les pâturages et par la suite la productivité des petits ruminants. Le stress de chaleur subi par les animaux engendrera une réduction de la consommation alimentaire des animaux et entraînera de faibles performances (Rowlinson 2008).

Ce genre d'équilibre entre l'animal et son milieu a été en quelques sortes rompu par les subventions des aliments concentrés et l'efficacité des compagnes de sauvegarde qui ont été menées jusque-là. En effet, ces mesures sont traduites, en Tunisie, par une tendance à l'accroissement des effectifs alors que les solutions devraient être recherchées dans la stabilisation des effectifs, voire leur réduction ; sécurisant le cheptel ovin et caprin particulièrement dans le centre et le Sud de la Tunisie. Des actions d'amélioration pastorale et surtout l'exploitation rationnelle des parcours permettraient de mieux valoriser les ressources naturelles en liaison avec l'utilisation animale.

L'objectif est de savoir s'il y a des changements significatifs et réels sur 30 ans dans les paramètres climatiques de la zone semi-aride de la Tunisie qui comprend les trois gouvernorats suivants : Le Kef, Zaghouen et Siliana qui ont un pourcentage important d'environ 56 % des effectifs ovins par rapport au total des effectifs du Nord et d'environ 24% au total des effectifs de la Tunisie (ONAGRI 2015) et par la suite les conséquences des ces changements sur les prairies, les pâturages et la productivité des petits ruminants.

## 2. Matériel et méthodes

Notre région d'étude est la zone semi aride de la Tunisie et se divise en trois gouvernorats chaque gouvernorat se divise en plusieurs délégations (petites communes), notre travail s'intéresse à cette région vue son importance dans la production animale et surtout l'élevage ovin, les steppes des parcours naturels caractérisant cette région donnent une particularité à cette région.

Les steppes de cette zone (semi-aride) couvrent une superficie de 29 118 km<sup>2</sup> soit 20,0 % du territoire (OSS 1996).

La recherche est axée sur des ensembles de données nationales et mondiales de différentes organisations, y compris le MINISTERE DE L'AGRICULTURE, DES RESSOURCES HYDRAULIQUES ET DE LA PECHE, l'institut nationale de météorologie et l'FAO.

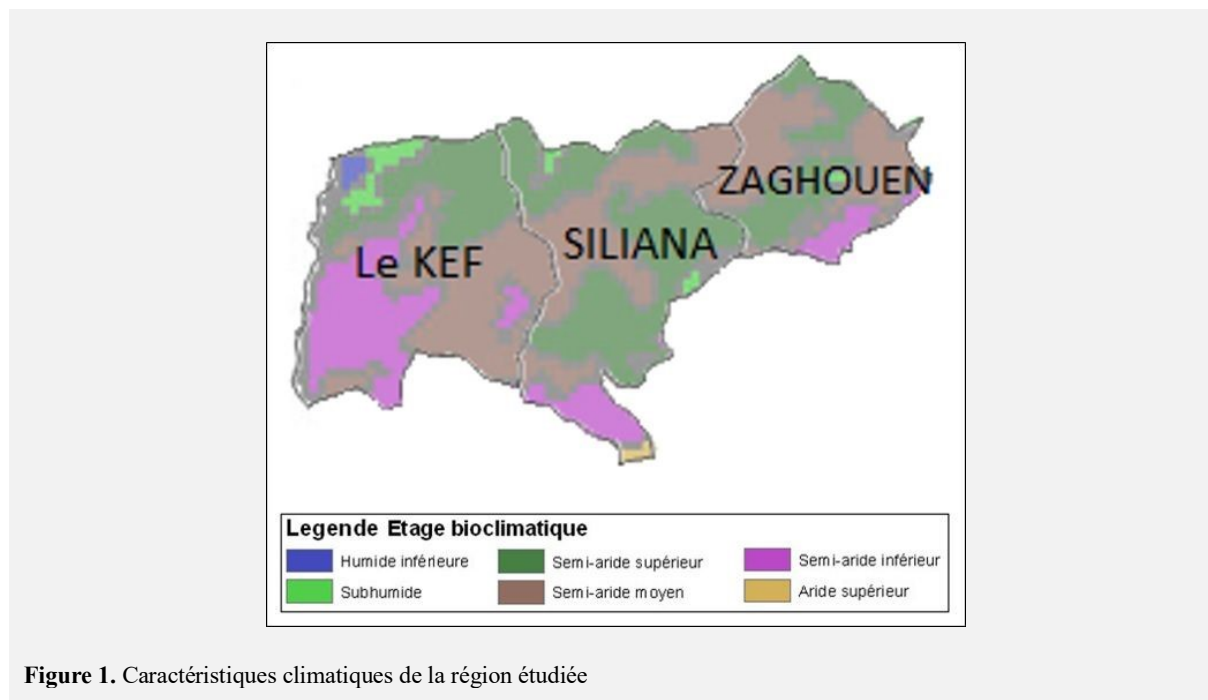
Pour tester l'indépendance des différents paramètres climatiques des différents gouvernorats de la région d'étude et de l'année et afin de savoir s'il y a des différences significatives interannuelles, par mois et entre gouvernorats on a utilisé le test d'analyse de variance de Fischer à trois facteurs. Donc les analyses statistiques effectuées par le logiciel statistique SAS 0.9 sont :

- L'analyse de la variance pour tester l'effet de plusieurs facteurs sur l'évolution des effectifs, la superficie des occupations du sol qui est un indicateur sur la nature de l'orientation agricole dans la région d'étude.
- La mesure de la variabilité entre les gouvernorats ainsi que la variabilité interannuelle.

Paramètre climatique =  $\mu + \text{GOUVERNERAT} + \text{AN} + \text{SAISON} + \text{ERREUR}$

Avec Paramètre climatique : Pluviométrie, la température, l'insolation et l'humidité

Effectifs ou superficies des terres agricoles =  $\mu + \text{GOUVERNERAT} + \text{AN} + \text{ERREUR}$



### 3. Résultats et Discussion

#### 3.1. La variabilité climatique de la région d'étude

Les variables climatiques étudiées sont successivement : la température moyenne, la pluviométrie, l'insolation et l'humidité moyenne. Les résultats sont dans le tableau suivant :

**Tableau 1.** Analyse de variance test de Fischer de la température, pluviométrie, humidité et insolation (sur 25ans) selon les trois facteurs : le gouvernorat, année et saison (\*  $P \leq 0.05$ , \*\*  $P \leq 0.01$ , \*\*\*  $P \leq 0.001$ )

	Df	Température		Pluviométrie		Humidité		Insolation	
		F value	Pr (>F)	F value	Pr (>F)	F value	Pr (>F)	F value	Pr (>F)
<b>GOUVERNERAT</b>	2	16.55	***	0.04	*	22.92	***	0.45	*
<b>AN</b>	24	0.87	*	2.98	***	5.24	***	3.04	***
<b>SAISON</b>	3	748.67	***	53.88	***	549.74	***	743.50	***
<b>Résiduels</b>	856								

La variabilité moyenne de la température annuelle et d'humidité est significative, cette variation dépend de la variabilité de la localité. Dans la région d'étude la température moyenne et l'humidité varient significativement avec la localité (gouvernorat), la saison et l'année. Notre prédiction qu'il y a des variations annuelles dans la moyenne de degrés de température moyenne est validée statistiquement.

L'analyse de la variance de la pluviométrie annuelle sur 25 ans a prouvé qu'il y a une variation très significative entre les années, ( $Pr < 0,001$ ). En effet, la pluviométrie moyenne des gouvernorats de la région d'étude est significativement différente. L'hypothèse que la quantité de pluie annuelle est significativement variée est validée.

La différence des moyennes de l'insolation annuelle est fortement significative ( $Pr < 0,001$ ), cette variation dépend de l'année, saison et de la localité (gouvernorat). L'hypothèse est que les heures de l'insolation varient d'une année à une autre et d'une saison à une autre est validée.

### 3.2. Variation et évolution des effectifs

#### 3.2.1. Répartition des effectifs

La zone semi-aride possède les plus grands effectifs de petits ruminants, la figure 2 montre la répartition du cheptel des différents gouvernorats de la Tunisie. On remarque que le gouvernorat qui possède les plus grands effectifs est Siliana avec 367000 femelles. Les races élevées dans cette zone sont l'espèce Barbarine, la noire de thibar et la race queue fine de l'ouest (Rapport National sur les ressources génétiques animales : Tunisie, 2002).

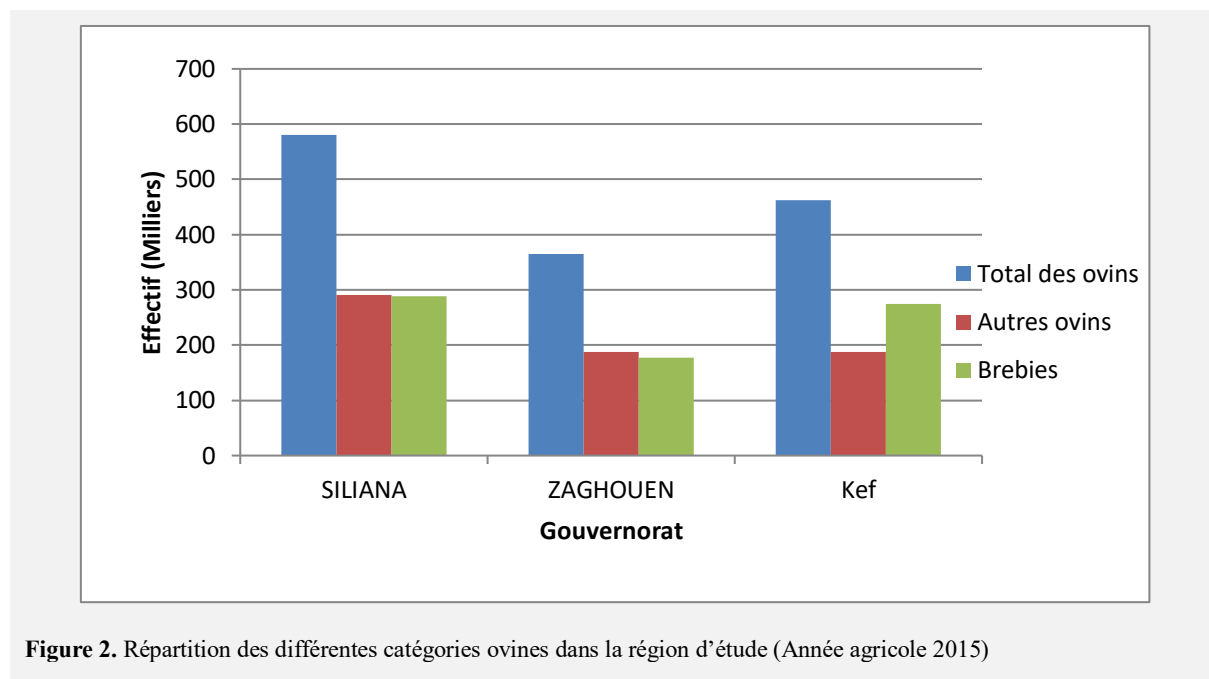


Figure 2. Répartition des différentes catégories ovines dans la région d'étude (Année agricole 2015)

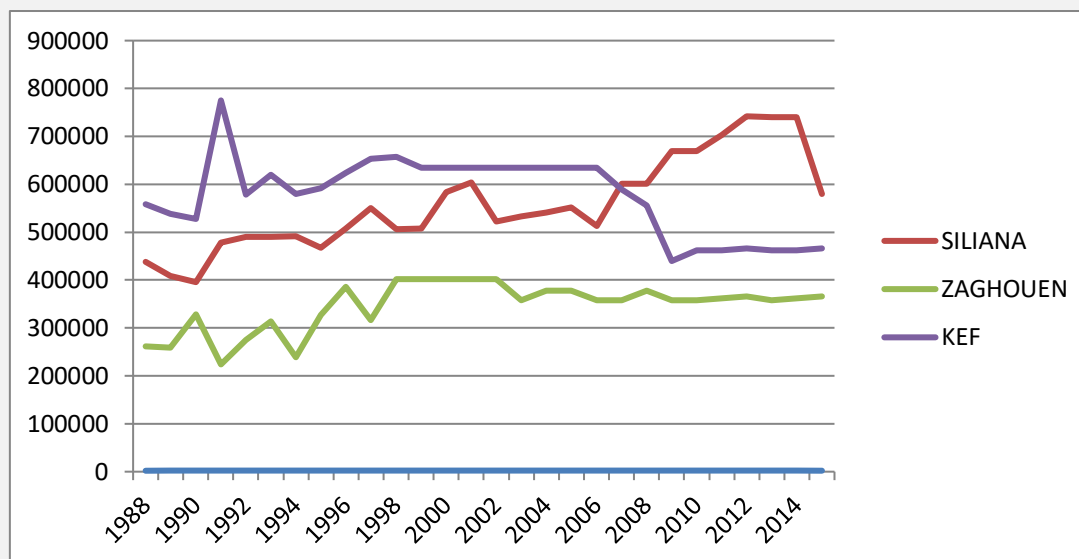
#### 3.2.2. Variation de l'effectif

Suite à une analyse de la variabilité pour savoir l'effet de la localité « gouvernorat » inter-régions d'étude et l'effet année sur la moyenne des effectifs ovins, nous avons le tableau suivant :

Tableau 2. Analyse de variance test de Fischer des effectifs ovins selon les deux facteurs Gouvernorat, année (\*  $P \leq 0.05$ , \*\*  $P \leq 0.01$ , \*\*\*  $P \leq 0.001$ )

	Df	Sum sq	Mean sq	F value	Pr (>F)
GOUVERNERAT	2	69271571758	346357285879	47.45	***
Années	19	116958353081	6155702793.8	0.84	*
Résiduels	31	226284284876	6155702793.8		

Une analyse de variance a montré que les différences de la moyenne des effectifs ovins inter-régions d'étude sont hautement significative Pr (>F) 5% (Tableau précédent). De même la différence des moyennes des effectifs ovins interannuelle est significativement différente, cette analyse reflète que notre région d'étude a une situation d'élevage instable d'une année à une autre de même que les gouvernorats de la région d'étude ne se ressemblent pas dans leurs effectifs.



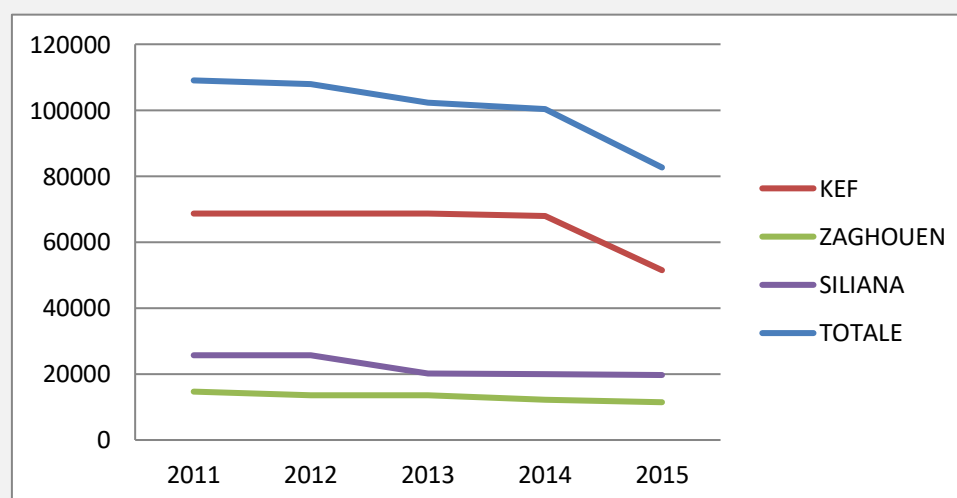
**Figure 3.** Evolution de l'effectif ovin dans les trois gouvernorats étudiés (ONAGRI, 2015)

La figure 3 confirme la tendance d'une croissance régulière des effectifs ovins dans les deux gouvernorats Zaghouan et Siliana malgré une certaine fluctuation qui dénote le caractère extensif de l'élevage et surtout sa dépendance vis-à-vis des conditions climatiques. Par contre, dans le gouvernorat du Kef on remarque une régression d'effectif ovin dès 2007. En effet, près de la moitié des troupeaux se concentrent dans la zone étudiée où ces conditions sont de plus en plus aléatoires avec l'absence de stratégie des pouvoirs publics face à la sécheresse. Des études ont montré que la forte mortalité, chez les jeunes en particulier, en année de sécheresse, jouerait comme facteur de régulation des effectifs. Mais la politique étatique de sauvegarde du cheptel par la subvention de concentré a réduit ce phénomène et explique cet accroissement global du cheptel.

### 3.3. Variabilité de la superficie des terres agricole

#### 3.3.1. Variabilité des parcours entre gouvernorats

Une analyse de variance selon le test de Fisher « Anova » a montré que les différences de la moyenne des superficies des parcours inter-régions d'étude sont hautement significatives (Tableau précédent), de même la différence des moyennes des superficies des parcours interannuelle est significatif différente.



**Figure 4.** Evolution des parcours dans les trois gouvernorats étudiés (ONAGRI, 2015)

La figure 4 montre une diminution des superficies des parcours dans la région en question durant les cinq dernières années cette régression est plus remarquable en 2014. Ceci peut être expliqué par la diminution des superficies dans le gouvernorat du kef.

### 3.3.2. Variabilité des superficies fourragères

L'analyse de la variance des superficies fourragères sur 5 ans à montrer une variation très significative entre les années, ( $Pr < 0,001$ ). En effet, la variation des superficies fourragères des gouvernorats de la région d'étude est significative.

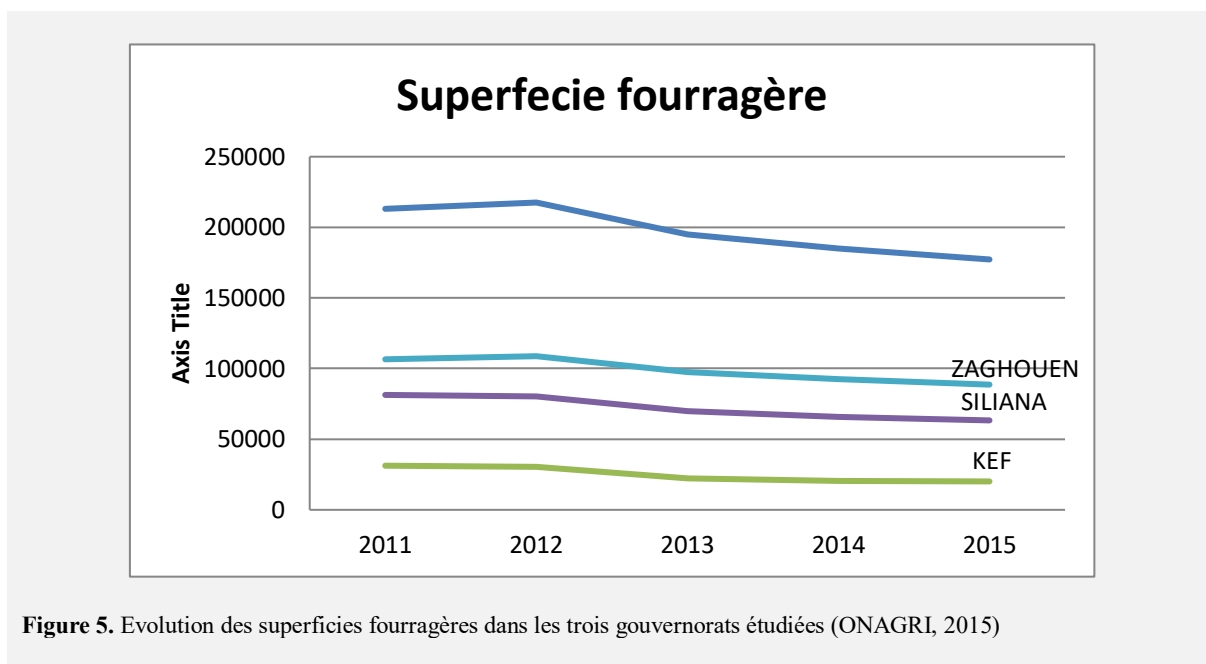


Figure 5. Evolution des superficies fourragères dans les trois gouvernorats étudiées (ONAGRI, 2015)

L'analyse de cette figure montre une évolution négative de la superficie fourragère dans toute la zone. Comme dans chacun des trois gouvernorats concernés d'étude qui est expliqué par l'intensification agricole : extension de la céréaliculture, de l'arboriculture, ainsi que des cultures maraîchères sur zones aménagées et irriguées.

## 4. Conclusion

D'après l'étude de ces quatre paramètres climatiques, on constate que les changements climatiques ont des effets directs et indirects sur la situation d'élevage ovin dans la région étudiée. Elle a bien montré que les gouvernorats concernés ne possèdent pas la même vocation d'élevage.

On peut conclure que le gouvernorat du Kef est le plus affecté par ces changements : il a connu une baisse considérable de l'effectif ovin pendant les trente dernières années.

La fragilité de cette zone a mis en question la résistance des terres de parcours face à ces changements. Avec cette étude nous confirmons qu'il y a des variations et des changements massifs dans la zone d'étude.

L'analyse des variables climatiques a montré que les changements du climat dans la zone semi aride étudiée a réduit les superficies fourragères et les parcours ce que devrait réduire de même les effectifs ovins, ce qui n'est pas le cas. Ceci est expliqué par l'intervention de l'Etat dans le secteur par la subvention des concentrés pour assurer la demande en viande ovine tout en négligeant la dégradation des parcours.

Les indicateurs étudiés ont montré que pendant les 30s dernières années, la pluviométrie a diminué, la température et l'humidité ont augmenté alors que l'effectif ovin a augmenté et les parcours et les superficies ont diminué. Ce qui nous conduit à la nécessité de mettre en place un outil de simulation qui nous permet de prévoir l'impact des changements climatique sur l'élevage ovin et mettre en place les stratégies nécessaires pour garantir la sécurité alimentaire dans ce secteur tout en limitant l'effet néfaste qui peut affecter le système d'élevage ovin.



## 5. Références

- Alary V., El Mourid M., 2007.** Changement réel et changement induit : Décalage ou perpétuelle recherche pour les zones arides d'Afrique du Nord. Pression sur les ressources et développement durable. Cahiers Agricultures vol. 16, n° 4, juillet-août 2007. pp 330-337.
- Ben Dhia M.** L'élevage ovin en Tunisie. Situation actuelle et perspectives. In : Caja G. (ed.), D jemali M. (ed.), Gabiñ a D. (ed.), Nefzaou i A. (ed.). L'Elevage ovin en zones arides et semiarides.
- Ben Saad A., Bourbouze A., 2010.** Gestion des terres collectives au Maghreb - Impacts socioenvironnementaux de la privatisation. In : Manuel : gouvernance foncière et usage des ressources naturelles FONCIMED, juin 2010.
- Ben Salem H. (ed.), López-Francos A. (ed.).** Feeding and management strategies to improve livestock productivity, welfare and product quality under climate change. Zaragoza : CIHEAM /INRAT / OEP / IRESA / FAO, 2 01 3. p. 1 59 -1 69 (Options Méditerranéennes : Série A. Séminaires Méditerranéens; n 107)
- Ben Salem H., 2011.** Mutations des systèmes alimentaires des ovins en Tunisie et place des ressources alternatives. Options Méditerranéennes ser. A, n°. 97, "Mutations des systèmes d'élevage des ovins et perspectives de leur durabilité", pp. 29-39.
- Bourbouze A., 2006.** Systèmes d'élevage et production animale dans les steppes du nord de l'Afrique : une relecture de la société pastorale du Maghreb. Sécheresse vol. 17, n°1-2, janvier-juin 2006. Pp 31. -39.
- Correal, E., Robledo, A., Rios, S., Rivera, D., 2006.** Mediterranean dryland mixed sheepcereal systems. Grassl. Sci. Eur. 11, 14–26.
- Daget P., Godron M., 1995.** Pastoralisme Troupeaux, espaces et sociétés. Ed. Hatier, Aupelf-Uref, 510 p.
- Elloumi M., Nasr N., Selmi S., Chouki S., Chemak F., Raggad N., Nefzaoui A., Ngaido T., 2001.** Options de gestion des parcours et stratégies individuelles et communautaires des agro-pasteurs du Centre et du Sud Tunisien. A Paper Prepared for the International Conférence on Policy and Institutional Options for the Management of Rangelands in dry Areas May 7 - 11, 2001 (Hammamet, Tunisie), pp. 25-38.
- Elloumi M., Selmi S., Zaibet L., 2011.** Importance économique et mutation des systèmes de production ovins en Tunisie. Options Méditerranéennes A, n° 97 : Mutations des systèmes d'élevage des ovins et perspectives de leur durabilité, pp. 11-21.
- GEREP-Environnement, 2009.** EVALUATION DE LA MISE EN ŒUVRE DU DEVELOPPEMENT DURABLE
- Hammami M., Soltani E., Snoussi S., 2007.** Importance de la filière viande en Tunisie : Stratégies des acteurs (cas de la région de Zaghouan). New Médit N° 4 Kayouli Ch., 2000. Profil fourrager. Available from internet (<http://www.fao.org>)
- Kayouli C 2000** FAO Profil fourrager de la Tunisie Fao. Colloque international « Développement durable des productions animales : enjeux, évaluation et perspectives », Alger, Avril 2008.
- Morris, S.T., Kenyon, P.R., 2014.** Intensive sheep and beef production from pasture — A New Zealand perspective of concerns, opportunities and challenges. Meat Sci. 98, 330–335. doi: 10.1016 / j.meatsci. 2014.06.011
- Rekik M., Ben Hammouda M., 2000.** Régression de l'élevage pastoral et formes alternatives de la production du mouton en Tunisie. Options Méditerranéennes, Série A / n°39, Rupture... nouvelle image de l'élevage sur parcours. pp. 07-16.
- Rowlinson, P., 2008.** Adapting Livestock Production Systems to Climate Change – Temperate Zones. Livestock and Global Change conference proceeding. May 2008, Tunisia
- Snoussi S., M'Hamdi N. 2008.** L'élevage des ruminants en Tunisie : évolution et analyse de durabilité. Colloque international « Développement durable des productions animales : enjeux, évaluation et perspectives », Alger, 20-21 Avril 2008
- Zaragoza : CIHEAM, 1 9 9 5.** p. 9 -2 0 (Cah iers Option s Méditerranéennes; n.6)-Neely et al., 2009- .ICRAF and---CIAT for the GGIAR Research program on climate change agriculture and food security, NEW YORK NY 10017.