ETUDE DE LA VULNERABILITE DE L'AGRICULTURE TUNISIENNE A LA SECHERESSE: CAS DE LA CEREALICULTURE

CHEBIL A., *Institut National de Recherches en Génie Rural, Eaux et Forêts (INRGREF), Ariana, Rue Hédi El Karray, Menzah IV, B.P.10 Ariana 2080, Tunisie.*
E-mail: chebil.ali@iresa.agrinet.tn
LAAJIMI A., *Département d'Economie-Gestion Agricole et Agro-alimentaires, (INAT), 43, avenue Charles Nicole – 1082 – Tunis Mahrajène. raouf_laajimi@yahoo.fr*
BEN AOUN W., *Institut Agronomique Méditerranéen de Montpellier (IAMM), 3191 route de Mende 34093 Montpellier Cedex 5 (France). wess_timou@hotmail.fr*
GASMI A., *Département d'Economie-Gestion Agricole et Agro-alimentaires, (INAT), Tunis Mahrajène. gasmi_anis@yahoo.fr*

RESUME

En Tunisie, la sécheresse représente une grande menace pour le secteur agricole. La céréaliculture reste l'un des sous secteurs les plus menacés par la sécheresse où les conséquences se manifestent par la baisse et l'irrégularité du niveau de production.
Ce travail se propose de caractériser la sécheresse en Tunisie et d'étudier la vulnérabilité des principales cultures céréalières à ce phénomène dans trois régions appartenant à des étages bioclimatiques différents. Ainsi, la présente étude s'intéresse à une analyse comparative de la vulnérabilité des principales cultures céréalières à la sécheresse en pluvial et en irrigué moyennant une quantification de la variation des rendements entre les années normales et les années sèches. L'identification de ces types d'années a été réalisée à travers l'indice de précipitation standardisé.
Les principaux résultats obtenus de l'analyse montrent que les périodes de sécheresse peuvent être généralisées sur les trois régions étudiées comme elles peuvent être spécifiques à une région donnée. Les pertes physiques et économiques enregistrées varient selon les cultures céréalières et selon les régions. Finalement, certaines mesures d'adaptation ont été suggérées afin d'atténuer les effets de la sécheresse sur les rendements des cultures céréalières.

Mots clefs : *Vulnérabilité, Sécheresse, Productivité, Céréales, Tunisie.*

ABSTRACT

In Tunisia, drought represents a great threat for the agricultural sector. Cereal crops remain one of the most sectors threatened by drought, which has consequences on production regularity and yields.
This study aims to characterize the drought phenomena in Tunisia and to evaluate the vulnerability of cereal crops to drought in three different bioclimatic areas. The purpose is to undertake a comparative analysis of cereals vulnerability to the drought phenomena in rainfed and irrigated areas, through an assessment of the output variability between normal and dry years. The identification of these types of years was carried out through the standardized precipitation index.
The main results obtained show that the drought periods can be generalized on the three studied areas and specific for each one. The physical and economic losses recorded vary according to cereal crops and areas. Finally, some recommendations are suggested in order to mitigate the dryness effects on cereal yields.
Key words: *Vulnerability, Drought, Productivity, Cereals, Tunisia.*

INTRODUCTION

Le secteur agricole en Tunisie est tributaire de la disponibilité des ressources en eau qu'on qualifie de décisives dans le processus de développement économique et social du pays. Ces ressources sont sujettes à une forte variabilité spatio-temporelle ainsi qu'à une forte demande exercée par les différents secteurs.

Plusieurs travaux ont montré que le phénomène du changement climatique notamment la sécheresse prolongée est une réalité caractéristique des pays arides et semi arides tel que le cas de la Tunisie (LOUATI & *al.,* 2002 ; Anonyme.,2007). En effet, l'histoire montre que le pays a passé par des cycles de sécheresses qui ont influencé négativement le secteur agricole.

La Tunisie a connu une augmentation remarquable des fréquences des phénomènes liés au changement climatique, notamment les inondations, et surtout les épisodes de sécheresse qui peuvent être généralisés sur tout le pays ou bien spécifiques à un étage bioclimatique donné. Généralement, ces épisodes de sécheresse se manifestent par un déficit hydrique qui se répercute sur les différents secteurs de l'économie du pays LABANE , (2002).

Dans ce contexte, avec l'appel du secteur agricole à relever le défi de la libéralisation des échanges, de tels phénomènes peuvent affecter sévèrement l'objectif de sécurité et de souveraineté alimentaire surtout pour les produits dont le niveau de l'autosuffisance n'est pas encore atteint tels que les céréales. Il y a lieu de signaler que la flambée des prix des céréales déclenchée en 2007 dont les conséquences étaient remarquables sur le plan national et international non seulement au niveau de la production et des stocks mondiaux mais aussi au niveau des échanges GTARI., (2008).

En effet, les céréales occupent actuellement en Tunisie environ 1,5 millions d'hectares, soit près de 33 % de la Surface Agricole Utile (SAU). Les superficies emblavées sont constituées en moyenne sur ces dernières années, de 46 % de blé dur, 34 % d'orge et 20 % de blé tendre (Anonyme (2009). Le secteur céréalier en Tunisie participe à hauteur de 11 % du PIB agricole et procure environ 23000 emplois permanents. Ainsi, on qualifie la céréaliculture de prioritaire, bénéficiant à la fois d'encouragements sur les différents niveaux malgré sa forte dépendance de l'aléa climatique.

La Tunisie est un importateur net de céréales puisque la production locale ne couvre que 15 % et 75 % de la consommation de blé tendre et blé dur, respectivement. Il est à remarquer aussi que 80 % de la production des céréales est assuré par le nord du pays tandis qu'environ 20 % est assuré par les régions du centre et du sud (Anonyme (2009).

Les rendements des cultures céréalières sont directement affectés par les conditions climatiques. De ce fait, il y a une large fluctuation dans les rendements des différentes cultures. Toutefois, les rendements ont connu une grande amélioration par rapport aux années précédentes mais restent faibles (Anonyme (2009).

Cependant, les épisodes de sécheresses passées ont causé des pertes énormes au niveau de la production des céréales. En effet, une des principales caractéristiques de la production céréalière est la grande fluctuation interannuelle. Il est à signaler qu'au cours des dix dernières années, la production de blé a connu plusieurs variations dues aux fluctuations climatiques en particulier la pluviométrie (SELAMA & *al*, 2008) Toutefois, des questions peuvent toujours se poser :

- La sécheresse est elle vraiment fréquente en Tunisie ?
- Dans quelles mesures des épisodes de sécheresse peuvent-t-ils compromettre les rendements des céréales et les revenus des agriculteurs ?
- Comment la Tunisie pourrait-t-elle s'adapter aux phénomènes de sécheresse ?

Le présent travail vise à étudier la vulnérabilité des principales céréales dans trois différentes régions du pays en régime pluvial et irrigué. Il s'agit d'une analyse comparative de la vulnérabilité des principales cultures céréalières à la sécheresse moyennant une quantification de la variation des rendements et par la suite des pertes physiques et économiques générées par cette alea.

I- CARACTERISATION DE LA SECHERESSE EN TUNISIE

Le climat tunisien est méditerranéen, caractérisé par l'irrégularité de la pluie dans le temps et dans l'espace. L'aridité et la sécheresse prolongée sont les caractéristiques principales du climat pour la majorité du territoire.

Actuellement, avec la structure de la démographie, la croissance économique et l'utilisation des ressources, la vulnérabilité des différents pays à la variabilité du climat ne cesse d'augmenter. D'ailleurs, plusieurs études prouvent qu'il y aura des changements, à l'échelle planétaire, qui vont accentuer la sécheresse et la désertification, particulièrement en Afrique du Nord et dans les pays de l'Europe de l'Est (ABOUDA BOUKARAA , 2002 ; Anonyme, 2007)

La pluviométrie annuelle est caractérisée par une variation spatiale nord-sud très importante. Dans le Nord, la pluviométrie moyenne se situe entre 400 et 1000 mm/ an. Dans le Centre : elle est entre 300 et 400 mm/ an, alors que dans le Sud la pluviométrie moyenne est faible (Figure 1).

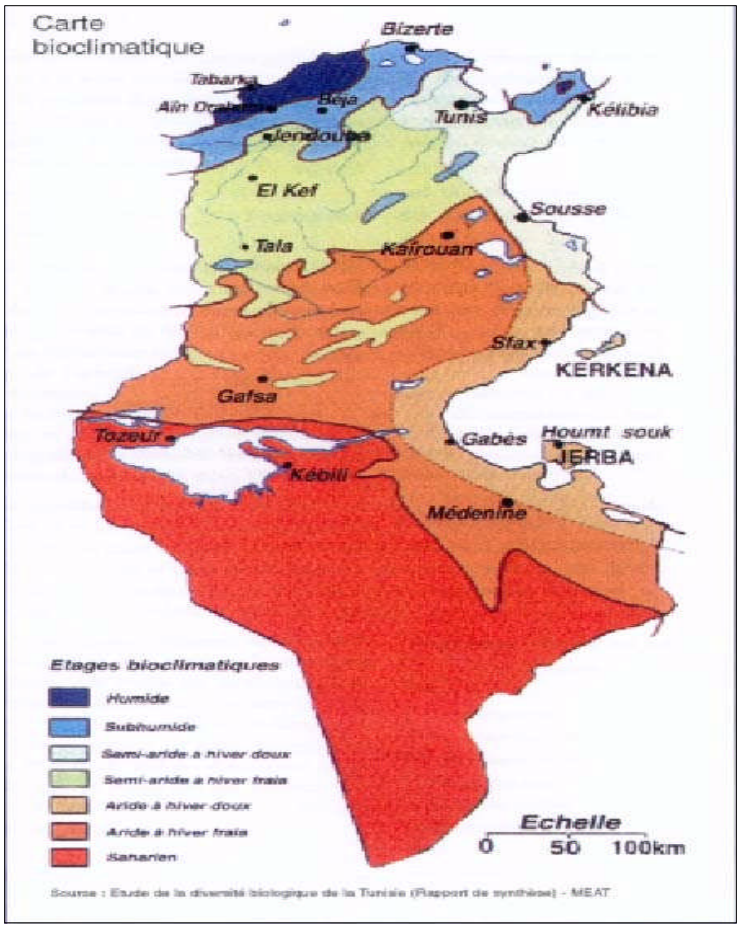
Par ailleurs, la Tunisie est soumise aux périodes de sécheresses avec des intensités variables LOUATI & *al* (2000). Ces phénomènes vont donc augmenter la pression sur la ressource en eau tant du côté de l'offre par des périodes sèches plus longues et fréquentes que du côté de la demande par des besoins accrus. D'ailleurs, à l'horizon 2030 on s'attend à une diminution de la pluviométrie de l'ordre de 5 à 10 % par rapport à la moyenne ainsi qu'à une élévation des températures annuelles moyennes de 0,8 à 1,3°C (Anonyme, 2007). Sans aucun doute, la sécheresse est un phénomène courant en Tunisie et qui a des impacts plus ou moins importants sur la société selon sa sévérité, sa durée et son étendue LOUATI & *al* (2000). Actuellement, grâce aux efforts de mobilisation des ressources en eau et aux mesures entreprises, la Tunisie a pu s'en sortir avec le minimum d'ennuis en atténuant au maximum l'impact direct sur le pays. Toutefois, les répercussions négatives de la sécheresse quelque soit sa nature restent alarmante surtout sur l'agriculture et sur l'environnement ainsi que sur l'économie nationale.

La fréquence des années sèches dans le nord du pays varie de 10 à 15 % et dans le centre et le sud de 25 à 30 %: ces probabilités relativement élevées ont été à l'origine de la réalisation de deux stratégies de mobilisation des ressources en eaux ainsi que le développement des ressources hydrauliques (réutilisation des eaux usées traitées, utilisation des eaux saumâtres, recharge artificielle, etc.) entre 1992 et 2011 [10]. Toutefois, la préoccupation de la Tunisie en matière de gestion des ressources en eau se concentrait essentiellement sur le phénomène de sécheresse c'est-à-dire sa genèse et la maîtrise de ses impacts LOUATI & *al* (2000).

Actuellement, avec la diminution significative du potentiel de mobilisation d'eau et l'augmentation de la demande en eau dans les différents secteurs, la stratégie actuelle est de mettre en place un plan d'action permettant de disposer des ressources en eau afin de permettre la satisfaction des besoins à long terme. Ce plan englobe aussi bien un système de gestion de la demande (lutte contre le gaspillage, réduction des fuites, tarification, participation des usagers, etc.) qu'un système de gestion de l'offre (protection et économie de la ressource, mobilisation de nouvelles ressources conventionnelles et non conventionnelles, etc.).

Les états des lieux enregistrés par l'agriculture tunisienne à travers ses différentes composantes montrent clairement l'importance des effets des aléas sur le secteur notamment les aléas climatiques tels que les tempêtes, les grêles et les sécheresses qui sont des catastrophes naturelles. En ce qui concerne la sécheresse, elle entraîne des pertes et des dommages aux différentes cultures ainsi que des pénuries d'approvisionnement en eau pouvant engendrer des conséquences néfastes sur l'environnement et l'économie. Fig.1

Figure 1.
Carte bioclimatique de la Tunisie.



II- APPROCHE METHODOLOGIQUE

Le travail consiste en une comparaison de la variabilité du rendement entre années normales et années sèches pour trois cultures céréalières (blé dur, blé tendre et orge) conduites en irriguée et en pluvial pour trois gouvernorats (Siliana, Béja et Gafsa). En outre, les années 1995, 1997 et 2002 sont déclarées des années sèches généralisées sur tout le pays. Toutefois, il est indispensable de déterminer les années marquées par des sécheresses régionales. En effet, différents indices et méthodes ont été mis en place depuis les années soixante pour identifier et surveiller les épisodes de sécheresse BOUKARAA.(2002).

L'un des indicateurs scientifiques les plus utilisés dans le monde pour définir la nature des années est l'indice de précipitation standardisé (IPS). Le calcul de l'IPS pour une période donnée et pour n'importe quelle localité est basé sur les données historiques des précipitations. Les valeurs positives de l'IPS indiquent des quantités de précipitation supérieures à la moyenne et, à l'opposé, des valeurs négatives de l'IPS correspondent à des quantités de pluie inférieures à la moyenne Mc KEE & *al* (1993-1995)

La formule de calcul de l'IPS s'écrit comme suit :

$$IPS_t = \frac{(X_t - \overline{X})}{\delta} \qquad (1)$$

Avec :

X_t: Pluviométrie de l'année t

$\overline{X}$: Pluviométrie moyenne annuelle de la période étudiée pour l'échantillon en question

δ: Ecart type de l'échantillon

En fonction des résultats trouvés en calculant l'IPS, on peut déterminer les années sèches et les années pluvieuses, comme suit :

- IPS $\geq$ 1,96 : Année extrêmement humide ;
- Si 1,5 $\leq$ IPS $\leq$ 1,95 : Année très humide ;
- Si 1 $\leq$ IPS <1,5 : Année moyennement humide ;
- Si -0,99 $\leq$ IPS < 1 : Année près de la normale ;
- Si -1$\leq$ IPS $\leq$ -1,49 : Année moyennement sèche ;
- Si -1,5 $\leq$ IPS $\leq$ -1,95 : très sèche ;
- Si IPS $\leq$ -1,96 : Année extrêmement sèche.

Après avoir identifié les différents types d'années, on procède à la détermination de la moyenne des rendements pour les années normales ainsi que pour les années sèches. La différence entre les deux moyennes obtenues est égale à la perte physique occasionnée par la sécheresse. Autrement dit, il s'agit de la variation des rendements stimulée par les épisodes de sécheresse.

$$\Delta = R_n - R_s \qquad (2)$$

Avec :

Δ : Perte physique en quintaux par hectare (qx/ha) ;

R_n : Moyenne des rendements des années normales en quintaux par hectare ;

R_s : Moyenne des rendements des années sèches en quintaux par hectare.

Une fois la perte physique est calculée, on peut estimer la perte économique causée par la sécheresse pour chaque région en multipliant la perte physique par le prix à la production de la culture en question. Pour donner une idée actualisée sur l'effet économique que peut générer les épisodes de sécheresse dans une région donnée, les prix à la production choisis sont ceux correspondant au niveau déterminé pour l'année 2009 [13].

- Pour le blé dur: 43 dinars le quintal ;
- Pour le blé tendre: 35 dinars le quintal ;
- Pour l'orge: 30 dinars le quintal.

$$\psi = \Delta \quad P_x \qquad (3)$$

Avec :

ψ : Perte économique en dinars par hectare ;

Δ : Perte physique en quintaux par hectare ;

Px : Prix du quintal de la culture en question.

La perte physique ou économique ne permet pas d'apprécier le degré de vulnérabilité de chaque culture à la sécheresse et de comparer entre les deux régimes (pluvial et irrigué) et les différentes cultures dans chaque gouvernorat. Ainsi, il faudrait relativiser chaque perte physique à la moyenne du rendement de la culture en question en années normales. Le pourcentage de perte est calculé par la formule suivante :

$$\Pi = (\frac{Rn - Rs)}{Rn}) * 100 \qquad (4)$$

Avec :

Π : Proportion de perte générée par la sécheresse ;
Rn : Moyenne des rendements des années normales en qx/ha
Rs : Moyenne des rendements des années sèches en qx/ha

2.1. Zones d'étude et source de données

Les gouvernorats retenus pour la présente étude sont Béja, Siliana et Gafsa.
La zone de Béja est caractérisée par un climat subhumide et par des superficies importantes de céréales. La pluviométrie annuelle moyenne est de 600 mm. La superficie moyenne emblavée par les céréales annuellement est de 133747,73 ha, quasi-totalement menées en régime pluvial (95 %). Les superficies irriguées ne représentent que 5 % (Anonyme, 2009).
La zone de Siliana est caractérisée par un climat semi-aride. Il s'agit de la zone classée en troisième position après le Kef et Kasserine en matière de superficie céréalière. La pluviométrie annuelle moyenne est d'environ 400 mm.
La zone de Gafsa appartient à l'étage bioclimatique aride. Elle est caractérisée par une pluviométrie annuelle assez faible variant entre 150 et 200 mm. Malgré les conditions climatiques difficiles, la pratique de la céréaliculture dans la zone n'a pas été écartée.
Les données statistiques utilisées pour l'analyse sont collectées auprès de différents organismes nationaux et couvrent la période allant de 1991 à 2009. Les rendements des différentes cultures sont fournis par le Ministère de l'Agriculture et des Ressources Hydrauliques (MARH) , Anonyme (2009) et les Commissariats Régionaux au Développement Agricole (CRDA) [15-17]. En ce qui concerne les données météorologiques, elles sont fournies par l'Institut National de la Météorologie (INM) [18].

III. RESULTATS

Puisque le cycle des céréales s'étend généralement du mois de novembre jusqu'au mois de mai dans le cas de la Tunisie et pour assurer une meilleure qualité des résultats à obtenir, le calcul de l'IPS est établi sur six mois de l'année (Novembre - Avril). Sur la base de l'approche citée précédemment, on a pu distinguer les différents types d'années (Tableau 1).

Tableau 1.
Répartition des années selon l'IPS.

	Années humides	Années normales	Années sèches
Béja	1991, 1996, 2003, 2005,2009	1992, 1993, 1998, 1999, 2000, 2001,2004, 2006, 2007,2008	1994,1995, 1997, 2002
Siliana	2003, 2004, 2006,2009	1991, 1992, 1993, 1996,1998, 1999,2000, 2001, 2005,2007	1994, 1995, 1997, 2002, 2008
Gafsa	1991, 1996, 2003, 2009	1992, 1993, 1994, 1999, 2000, 2004, 2005, 2006, 2007	1995, 1997, 1998, 2001, 2002, 2008

Source : nos calculs

3.1. Gouvernorat de Béja

Concernant l'irrigué, les rendements moyens du blé dur, du blé tendre et de l'orge durant la période d'analyse sont successivement de l'ordre de 45,94 qx/ha, 43,55 qx/ha et 31,2 qx/ha. Ces moyennes sont encourageantes mais leurs améliorations restent possibles. En revanche, les rendements moyens des années sèches des trois cultures sont marqués par une légère baisse par rapport à ceux des années normales. Pour cela, la perte physique et économique n'est pas très importante ; surtout pour le cas de l'orge (Tableau 2).

Tableau 2.
Vulnérabilité des céréales irriguées à la sécheresse dans la zone de Béja

	Blé dur	Blé tendre	Orge
Années sèches (qx/ha)	43,00	43,00	33,50
Années normales (qx/ha)	45,24	45,40	34,03
Perte physique (qx/ha)	2,24	2,40	0,53
Perte économique (DT/ha)	96,32	84,00	16,00
Proportion (%)	**4,95**	**5,28**	**1,56**

Source : nos calculs

Les résultats de l'analyse montrent que la sécheresse n'a pas d'effet sur les céréales conduites en irrigué dans les régions de l'étage sub-humide. Ceci pourrait être expliqué par l'abondance de la pluviométrie et la maîtrise des techniques culturales par les agriculteurs de la région.
En régime pluvial, qui est plus répandu dans la région, les rendements moyens du blé dur, du blé tendre et de l'orge pendant la période d'analyse sont successivement de 22,73 qx/ha, 22,11 qx/ha et 13,7 qx/ha. Ces moyennes diminuent jusqu'à 14,12 qx/ha, 6,7 qx/ha et 5,35 qx/ha pendant les campagnes agricoles caractérisées par des périodes de sécheresse prolongées. Les pertes des rendements sont plus importantes par rapport à celles en irrigué pour le blé tendre et l'orge en premier lieu, et le blé dur en second lieu. On s'attendait à ce que la proportion de perte par rapport à la moyenne des rendements de l'orge soit inférieure à celle du blé dur. Cependant, les résultats mentionnent des pertes générées par la sécheresse au niveau de l'orge beaucoup plus importantes que celles du blé. En outre, le blé tendre s'annonce très vulnérable à la sécheresse lorsqu'il est mené en pluvial (variation de 72 %). Cette vulnérabilité peut être remarquée surtout lorsqu'on enregistre de bons rendements dans les années humides. Ainsi, sous climat subhumide, le blé dur s'avère la culture qui présente la moindre

vulnérabilité vis-à-vis de la sécheresse que ce soit en pluvial ou en irrigué. Ceci peut s'expliquer par la maîtrise des techniques culturales et par l'adaptation des variétés du blé dur utilisées aux conditions édapho-climatiques de la région. Toutefois, la variabilité du rendement du blé dur reste importante et mérite d'être atténuée (Tableau 3).

Tableau 3.
Vulnérabilité des céréales en régime pluvial à la sécheresse dans la zone de Béja.

	Blé dur	**Blé tendre**	**Orge**
Années sèches (qx/ha)	14,13	6,70	5,35
Années normales (qx/ha)	24,50	24,00	15,08
Perte physique (qx/ha)	10,37	17,30	9,73
Perte économique (DT/ha)	446,13	605,5	291,90
Proportion (%)	**42,34**	**72,08**	**64,52**

Source : nos calculs

3.2. Gouvernorat de Siliana

En irrigué, les rendements moyens du blé dur, du blé tendre et de l'orge pour la période d'analyse sont respectivement de 42,02 qx/ha, 39,53 qx/ha et de 35,01 qx/ha. Ces moyennes sont encourageantes, surtout pour le blé dur et l'orge. Les rendements moyens des années sèches des trois cultures sont marqués par une baisse assez remarquable par rapport à ceux des années normales. De ce fait, on remarque que même en irrigué, les périodes de sécheresse sont à l'origine d'une grande perte pour les trois cultures notamment pour le blé tendre. Les rendements moyens pendant les périodes de sécheresse passent à 35,4 qx/ha pour le blé dur, 32,02 qx/ha pour le blé tendre et à 28,8 qx/ha pour l'orge. Malgré les pertes enregistrées en irrigué, l'irrigation reste prometteuse vu qu'elle permet l'amélioration des rendements et des revenus des agriculteurs (Tableau 4).

Tableau 4.
Vulnérabilité des céréales irriguées à la sécheresse dans la zone de Siliana.

	Blé dur	**Blé tendre**	**Orge**
Années sèches (qx/ha)	35,40	32,02	28,02
Années normales (qx/ha)	42,99	42,53	36,61
Perte physique (qx/ha)	7,59	10,51	8,60
Perte économique (DT/ha)	326,37	367,85	258,3
Proportion (%)	**17,65**	**24,71**	**23,51**

Source : nos calculs

La sécheresse génère des pertes physiques et économiques importantes notamment pour le blé tendre et l'orge. Ces résultats obtenus peuvent apparaître inattendus vu que la culture de l'orge est moins exigeante en eau et plus adaptée à la zone par rapport aux autres cultures, c'est-à-dire qu'elle devrait être la moins vulnérable à la sécheresse. A priori, les agriculteurs accordent plus d'importance au blé dur et utilisent une partie de l'eau destinée aux autres cultures céréalières qui est subventionnée pour irriguer d'autres cultures notamment les cultures maraîchères.
En pluvial, régime le plus répandu dans la région, la situation ne s'avère pas fort

différente, comparée à la zone de Béja, sauf que le pourcentage de variation du rendement a nettement augmenté surtout pour le blé dur et l'orge. Les rendements moyens du blé dur, du blé tendre et de l'orge pour la période d'analyse sont respectivement de 12,82 qx/ha, 15,25 qx/ha et de 9,9 qx/ha. Ces moyennes sont très faibles lors d'un épisode de sécheresse pour atteindre seulement 4,68 qx/ha pour le blé dur, 5,24 qx/ha pour le blé tendre et 2,76 qx/ha pour l'orge. Cette grande variabilité montre bien l'effet négatif de l'intensité de la sécheresse sur cette zone du pays (Tableau 5).

Tableau 5.
Vulnérabilité des céréales en régime pluvial à la sécheresse dans la zone de Siliana.

	Blé dur	**Blé tendre**	**Orge**
Années sèches (qx/ha)	4,68	5,24	2,76
Années normales (qx/ha)	15,55	18,44	12,14
Perte physique (qx/ha)	10,87	13,20	9,38
Perte économique (DT/ha)	467,41	462,01	281,40
Proportion (%)	**69,90**	**71,58**	**77,26**

Source : nos calculs

Avec l'augmentation de l'aridité du climat dans la région de Siliana, on constate que les pertes économiques et physiques se ressemblent dans les deux régimes et sont plus inquiétantes en matière de volume de production et de revenu si l'on considère qu'il s'agit d'un gouvernorat avec l'une des plus grandes superficies céréalières du pays. Toutefois, la grande variabilité associée au blé dur et au blé tendre peut être expliquée par leur haute exigence en eau. A ce niveau, il importe de signaler que les rendements céréaliers sont en cours d'amélioration dans les périmètres irrigués lors des cinq dernières années.

3.3. Gouvernorat de Gafsa

L'expérience d'irrigation des céréales dans la zone a donné des résultats encourageants. En effet, les rendements moyens du blé dur et de l'orge durant la période d'analyse sont successivement de l'ordre de 24,62 qx/ha et de 15,1 qx/ha. Cependant, la culture de blé tendre en irrigué est absente. Les rendements moyens du blé dur et de l'orge durant des années sèches sont marqués par une baisse par rapport à ceux des années normales. Ces rendements passent à 20,38 qx/ha pour le blé dur et à 14,58 qx/ha pour l'orge (Tableau 6).

Tableau 6.
Vulnérabilité des céréales irriguées à la sécheresse dans la zone de Gafsa

	Blé dur	**Blé tendre**	**Orge**
Années sèches (qx/ha)	20,38	-	14,58
Années normales (qx/ha)	25,57	-	15,07
Perte physique (qx/ha)	5,18	-	0,48
Perte économique (DT/ha)	223,08	-	14,64
Proportion (%)	**20,28**	**-**	**3,23**

Source : nos calculs

Les résultats de l'analyse montrent que la perte physique et économique n'est pas très importante surtout pour le cas de l'orge. De même, on constate que l'irrigation des céréales permet une nette amélioration des rendements pour les deux cultures en question (cinq fois plus qu'en pluvial).

En régime pluvial, les rendements moyens sont très faibles. Ils sont de l'ordre de 4,81 qx/ha pour le blé dur et de 6,58 qx/ha pour l'orge. Ces moyennes sont encore plus faibles avec des épisodes de sécheresse. En effet, la culture de blé tendre est quasi absente pendant les périodes de sécheresse et les rendements moyens pendant ces périodes passent à 2,16 qx/ha pour le blé dur et à 1,6 qx/ha pour l'orge. Même si la perte physique est faible, le pourcentage de la perte est assez élevé. Vu que les rendements sont très faibles que ce soit pendant les années normales ou pendant les années sèches, les pertes économiques ne sont pas très prononcées par rapport aux pertes notées dans les autres étages bioclimatiques (Tableau 7).

Tableau 7.
Vulnérabilité des céréales en régime pluvial à la sécheresse dans la zone de Gafsa

	Blé dur	**Blé tendre**	**Orge**
Années sèches (qx/ha)	2,16	-	1,61
Années normales (qx/ha)	3,85	-	3,74
Perte physique (qx/ha)	1,69	-	2,14
Perte économique (DT/ha)	72,65	-	64,20
Proportion (%)	**43,81**	**-**	**57,21**

Source : nos calculs

CONCLUSIONS

Le monde est en train de subir des métamorphoses sur tous les plans notamment économique et climatique ce qui donne à l'agriculture un rôle décisif dans la garantie de la pérennité de la vie humaine. Malheureusement, les catastrophes naturelles telles que les épisodes de sécheresse menacent le développement durable de l'agriculture.

La Tunisie n'est pas exemptée de cette conjoncture et s'avère directement affectée par le phénomène de sécheresse dont les répercussions sont néfastes sur les différents secteurs et surtout sur l'agriculture.

Le présent travail confirme donc la vulnérabilité de la production céréalière tunisienne qualifiée de stratégique, dont les cours mondiaux ont connu plusieurs fluctuations lors des dernières années. Pour faire face à cette vulnérabilité, le recours à l'irrigation des céréales a permis d'améliorer les rendements ainsi que de réduire la variabilité de ces derniers. Actuellement, les possibilités d'extension des périmètres irrigués pour pratiquer la céréaliculture sont confrontées au problème de rareté des ressources en eau, près de 95 % de ces ressources ont en effet été mobilisées, en plus d'autres problèmes liés aux pratiques des agriculteurs.

A travers la démarche méthodologique proposée on a essayé de quantifier les effets de la sécheresse en termes de pertes physiques et économiques des cultures céréalières dans différents étages bioclimatiques du pays en pluvial et en irrigué.

En passant d'un étage bioclimatique à un autre dans le régime irrigué, les résultats de l'analyse ont montré que la sécheresse n'a presque aucun effet sur les rendements sauf pour l'étage semi-aride où la proportion de variabilité des rendements dépasse légèrement 20 % pour le cas du blé tendre et de l'orge. En régime pluvial, on remarque que la sécheresse affecte sérieusement les rendements des trois cultures. Cette vulnérabilité ne cesse d'augmenter en passant d'un étage à un autre surtout pour le blé tendre qui est le plus vulnérable à la sécheresse.

Le blé dur montre une certaine résistance à la sécheresse. Ceci pourrait être expliqué par le fait que les agriculteurs lui accordent beaucoup plus d'importance que l'orge et le blé tendre vu qu'il rapporte plus de revenu à travers notamment les choix des variétés et l'application d'un itinéraire technique et des façons culturales appropriées. Toutefois, il s'avère que l'atténuation des effets de la sécheresse sur les céréales tunisiennes dont la grande majorité est conduite en régime pluvial est indispensable.
Les résultats du présent travail permettent d'avancer quelques recommandations pour atténuer les effets des épisodes de sécheresse sur la production céréalière. Pour les cultures en irrigué, il convient d'encourager l'utilisation des variétés adaptées à l'irrigation, de raccourcir les cycles des cultures céréalières dans le but de choisir les moments opportuns d'irrigation et de se limiter à la culture du blé dans la région de Béja. En ce qui concerne les cultures conduites en régime pluvial, il est recommandé d'utiliser des variétés résistantes au stress hydrique et d'abandonner la culture de blé tendre dans la zone de Siliana vu son rendement faible et sa haute vulnérabilité à la sécheresse dans cette zone.
Finalement, l'identification et le transfert du paquet technologique adapté à chaque région, culture et régime demeure une nécessité pour réduire les effets négatifs de la sécheresse sur le secteur céréalier tunisien. Ceci pourrait être possible moyennant une meilleure coordination entre la recherche agronomique et la vulgarisation.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

1. Louati M, Khanfir R, Alouini A, El Echi M, Frigui L, Marzouk A., 2000. Guide pratique de gestion de la sécheresse en Tunisie. Ministère de l'Agriculture. Tunisie ; 89 p.
2. Ministère de l'Agriculture et des Ressources Hydrauliques (MARH), 2005. Changement climatique : Effets sur l'économie tunisienne et stratégie d'adaptation pour le secteur agricole et les ressources naturelles. Tunisie, 296p.
3. Ministère de l'Agriculture et des Ressources Hydrauliques (MARH), 2007. Stratégie nationale d'adaptation de l'agriculture tunisienne et des écosystèmes aux changements climatiques, cahier 7 : rapports des groupes d'experts. Tunisie ; 51 p.
4. Labane Y., 2002. Changement climatique et ressource en eau en Tunisie. Table Ronde Régionale de l'UICN en Méditerranée. Athènes, Grèce.
5. Aloui Gtari R., 2008. Analyse de la politique des prix céréaliers en Tunisie. Evolution, enjeu et perspectives : Cas du blé. Mastère à l'Institut National Agronomique de Tunisie. Tunis, Tunisie; 81 p.
6. Ministère de l'Agriculture et des Ressources Hydrauliques (MARH), 2009. *Résultats de l'enquête sur les céréales*. Tunisie ; 49 p.
7. Slama A, Ben Salem M, Ben Naceur M, Zid E., 2005 Les céréales en Tunisie: production, effet de la sécheresse et mécanismes de résistance. *Sécheresse* 2005; 16 ; n°3 : 225-229.
8. Abouda Boukaraa S., 2002. La sécheresse : le passage d'une gestion de crise à celle d'un risque. DEA, Faculté des Sciences Economiques et de gestion de Tunis, Tunisie ; 145 p.
9. Groupe d'Experts Intergouvernemental sur l'Evolution du Climat GIEC. *Rapport d'évaluation du GIEC sur le changement climatique*. 2007.
10. Direction Générale des Ressources en Eaux (DGRE). *Planification et gestion des ressources en eau en Tunisie*. Tunisie, 2006.
11. Mckee T.B, Deesken N.J, Kleist J. 1993, The relationship of drought frequency and duration to time scales. *In proceedings of the 8th conference of applied climatology, 17-22 January 1993*, Anaheim, CA. American Meteorological Society 1993; 179-184.
12. McKee T.B, Doesken N.J, Kleist J. Drought monitoring with multiple time scales. In proceedings of the 9th conference of applied climatology American Meteorological Society, Boston, 1995; 233-236.
13. Ministère de l'Agriculture et des Ressources Hydrauliques (MARH). Budget économique. Tunisie, 2009 ; 78 p.
14. Ministère de l'Agriculture et des Ressources Hydrauliques (MARH).

Annuaire des statistiques Agricoles. Tunisie, plusieurs années.

15. Commissariat Régional au Développement Agricole (CRDA) de Béja. *Rapports d'activités*. Tunisie, plusieurs années.
16. Commissariat Régional au Développement Agricole (CRDA) de Gafsa. *Rapports d'activités*. Tunisie, plusieurs années.
17. Commissariat Régional au Développement Agricole (CRDA) de Siliana. *Rapports d'activités*. Tunisie, plusieurs années.
18. Institut National de Météorologie (INM). www.tunisie meteo.com.