

NEW



MEDIT

MEDITERRANEAN JOURNAL OF ECONOMICS, AGRICULTURE AND ENVIRONMENT

Poste Italiane Spa Spedizione in Abbonamento Postale Periodico ROC Centro Nord aut. N° 0029 - € 15,00.

4

QUARTERLY
VOL. XX - N. 4
SEPTEMBER
2021



ICT as a development factor in the Tunisian olive oil sector

SAIDA ELFKIH, DOMINGO FERNÁNDEZ-UCLÉS, ADORACIÓN MOZAS-MORAL, ENRIQUE BERNAL-JURADO, MIGUEL JESÚS MEDINA-VIRUEL



Vulnérabilité des moyens d'existence des ménages ruraux au changement climatique : analyse comparative des territoires montagneux et littoraux des zones arides tunisiennes

MONDHER FETOUÏ, FATMA ARIBI, FARAH CHOUIKHI, MARIEM SGHAÏER, MONGI SGHAÏER



Short Food Supply Chains: rebuilding consumers' trust

JOSÉ LUIS CRUZ, IVANKA PUIGDUETA, ALBERTO SANZ-COBEÑA, MARIO GONZÁLEZ-AZCÁRATE



Ageing population and agricultural sustainability issues: Case of Turkey

ŞINASI AKDEMİR, ELPIDIO ANTONIO KOUNIGAN, FERSIN KESKIN, HANDAN VURUŞ AKÇAÖZ, İSMET BOZ, İLKAY KUTLAR, YANN EMMANUEL MIASSI, GÜRSEL KÜSEK, METİN TÜRKER

Vulnérabilité des moyens d'existence des ménages ruraux au changement climatique : analyse comparative des territoires montagneux et littoraux des zones arides tunisiennes

MONDHER FETOUI*, FATMA ARIBI*, FARAH CHOUIKHI*,
MARIEM SGHAIER*, MONGI SGHAIER*

DOI: 10.30682/nm2104b

JEL codes: Q54, R29

Abstract

This paper presents a livelihood vulnerability assessment and compares the levels of exposure, sensitivity and adaptation to climate change of the local populations in mountains area and coastal plains in Tunisian arid regions. The United Nations Intergovernmental Panel on Climate Change vulnerability index (LVI-IPCC) has been adapted and applied to assess this livelihood vulnerability, based on socio-economic surveys and semi-structured interviews with the local populations.

Findings show that households in coastal plains are more vulnerable in terms of socio-demographic profile, food security, social networks, access to water and climate variability. This territory is much more exposed to climate change, despite being slightly less sensitive. On the other hand, households in mountainous territory are more vulnerable in terms of livelihood strategies, land tenure and health, despite their adaptation capacity, which reduces their vulnerability to climate change. Based on this vulnerability assessment, this work suggests specific adaptation strategies and measures for livelihoods sustainability in each territory.

Keywords: *Climate change, Vulnerability, Livelihoods, Tunisian arid zones.*

1. Introduction

L'IPCC a annoncé que la superficie des zones arides touchée par la sécheresse a augmenté durant la période 1961-2013 de 1% en moyenne par an, avec une grande variabilité interannuelle. Il annonce également qu'en 2015, environ 500 millions de personnes vivant dans des zones touchées par la désertification sont de plus en plus touchées par le changement climatique (IPCC, 2018).

En Tunisie, les études d'évaluation de la vulnérabilité au changement climatique (Neffati *et al.*, 2015) ont montré que le pays subit déjà les impacts de ce phénomène planétaire, en particulier les impacts liés à l'augmentation des températures moyennes, la réduction des précipitations et surtout l'accentuation de la fréquence des phénomènes météorologiques extrêmes (sécheresses, inondations, érosions). Ces changements engendrent des effets néfastes majeurs surtout sur les écosystèmes et les moyens de

* Institut des Régions Arides, Médenine, Université de Gabès, Tunisia.

Corresponding author: mondher_ga@yahoo.fr

subsistance des communautés rurales des zones arides tunisiennes, dont les revenus sont fortement dépendants des activités agricoles et de l'exploitation des ressources naturelles rares et fragiles (Fetoui, 2011).

L'activité agricole devient incapable de procurer en quantité et en qualité des produits agricoles pour la commercialisation et même pour l'autoconsommation familiale. La régression de la productivité agricole a affecté négativement les moyens d'existence des communautés rurales, la viabilité économique de l'exploitation agricole et la vulnérabilité de ces communautés, qui ont perdu leur capacité à faire face au changement et aux variabilités climatiques (Neffati *et al.*, 2015). La vulnérabilité est encore plus exacerbée en raison de la marginalisation politique (disparité régionale) (Bécher et Sghaier, 2013), de la faiblesse du tissu institutionnel et des infrastructures rurales des zones arides tunisiennes (santé, éducation, transport, communication, etc.). Elle risque de s'aggraver au fil des années si des mesures concrètes ne seront pas entreprises, notamment avec la multiplication des besoins des communautés rurales, de surexploitation des ressources et surtout des effets du changement climatique (MARH, 2007 ; Neffati *et al.*, 2015).

Or, la sensibilité de ces systèmes à la variabilité climatique ne se manifeste pas de la même façon d'un espace à un autre, voire d'un paysage à un autre et peut changer sur des courtes distances. L'aridité est ressentie différemment par rapport aux types de milieu édaphique, aux types de végétation, aux modes de vie et à l'usage des ressources naturelles (Loireau *et al.*, 2015). Ces différences font que les populations présentent des niveaux différents de vulnérabilité en termes d'exposition et de sensibilité à la variabilité et changement climatique. Alors que la sensibilité est le degré auquel un système est affecté par une catastrophe, la capacité d'adaptation est sa capacité à résister et à absorber une catastrophe, et l'exposition est l'ampleur et la durée auxquelles la population est exposée à une catastrophe (Hahn *et al.*, 2009). Cette vision locale de la vulnérabilité a été jugée plus appropriée pour comprendre l'impact de ces changements (Rossignoli *et al.*,

2015), puisque l'évaluation de la vulnérabilité des moyens d'existence des ménages est déterminée par leur capacité spécifique à se remettre et à s'adapter durablement à ces conditions socioéconomiques et climatiques défavorables (Rossi *et al.*, 2020).

L'apport de cette recherche réside dans l'importance de l'analyse de la vulnérabilité des moyens d'existence des communautés rurales des zones arides tunisiennes à l'échelle locale, afin d'identifier les facteurs déterminants de cette vulnérabilité ainsi que les stratégies et mesures d'adaptation spécifiques au changement climatique.

Différents modèles et méthodes d'évaluation de la vulnérabilité ont été élaborés. L'approche en matière de moyens d'existence durables (SLA) est un outil conceptuel utilisé pour améliorer la compréhension de la vulnérabilité des ménages. Elle mobilise plusieurs indicateurs pour évaluer l'exposition, la sensibilité et la capacité d'adaptation des ménages à la variabilité climatique et changement climatique. Les caractéristiques sociales et économiques des ménages affectent la capacité d'adaptation de ces ménages et les caractéristiques actuelles de la santé, des ressources en nourriture et en eau déterminent leur sensibilité aux impacts du changement climatique (Chambers et Conway, 1992).

S'appuyant sur l'approche SLA et les travaux du GIEC (groupe d'experts intergouvernemental des Nations Unies sur le changement climatique) ou IPCC, Hahn *et al.* (2009) ont développé un indice de vulnérabilité des moyens d'existence au changement climatique (LVI) visant à utiliser les données au niveau des ménages pour éclairer la planification stratégique au niveau des communautés rurales dépendantes des ressources naturelles. Après avoir intégré les trois facteurs contributifs du GIEC (sensibilité et exposition au climat et les pratiques d'adaptation des ménages) dans leur approche, ils ont testé le LVI et le LVI-IPCC dans deux communautés du Mozambique, où il s'est avéré utile de saisir les différences de vulnérabilité climatique au niveau de la communauté. Cette approche a été appliquée également dans plusieurs autres pays en développement qui ont déjà connu les impacts du changement climatique, avec des conséquences graves pour

les moyens de subsistance des ménages, les systèmes de production et l'environnement. Elle a été adaptée et appliquée aux territoires montagneux subtropicaux humides de l'Inde (Tewari et Bhowmick, 2014), de Népal (Aryal *et al.*, 2014 ; Poudel *et al.*, 2020) et de Vietnam (Huong *et al.*, 2019), aux territoires tropicaux subhumides de Ghana (Adu *et al.*, 2017) et de l'Éthiopie (Simane *et al.*, 2016), aux territoires insulaires subhumides de Trinidad et Tobago (Shah *et al.*, 2013), etc.

L'analyse de la vulnérabilité des moyens d'existence des ménages des zones arides tunisiennes au changement climatique par la méthode du GIEC nous semble être pertinente, car ces ménages dépendent fortement des ressources naturelles et sont fortement exposés au changement climatique. Elle pourrait également être un moyen pour enrichir des études antérieures sur la vulnérabilité en Tunisie qui étaient principalement basées sur la pauvreté sans prendre en compte les données sur les capitaux des ménages et leurs moyens d'existence (Bécher et Sghaier, 2013).

Les indices LVI et LVI-IPCC ont été adaptés au contexte de la présente recherche. Ceci afin d'analyser et comparer les profils de vulnérabilité des moyens d'existence des communautés rurales, ainsi que leur niveau d'exposition, de sensibilité et d'adaptation à la variabilité et changement climatique dans les principaux types des milieux en zones arides tunisiennes (les territoires montagneux et littoraux). Ces deux territoires présentent des différences significatives en termes de fonctionnements biophysiques et socioéconomiques et sont considérés comme les territoires les plus marginalisés à l'échelle nationale (Bécher et Sghaier, 2013).

2. Matériel et méthodes

2.1. Approches d'analyse de la vulnérabilité

L'intérêt croissant de la communauté scientifique à l'étude de la vulnérabilité est exprimé par le large éventail de définitions de la vulnérabilité. Nous retenons pour notre étude la définition du GIEC (IPCC, 2007), la plus utilisée dans le cadre des évaluations de la vulnérabilité au changement climatique: « *La vulnérabilité est une mesure dans*

laquelle un système est sensible ou incapable de faire face aux effets défavorables des changements climatiques, y compris la variabilité du climat et les phénomènes extrêmes. Elle est fonction de la nature, de l'ampleur et du rythme de la variation du climat à laquelle le système considéré est exposé, de la sensibilité de ce système et de sa capacité d'adaptation ». Cette définition identifie explicitement les systèmes sociaux et leurs caractéristiques comme objet d'analyse tout en reconnaissant les risques naturels comme sources de dommages au système, faisant référence à l'interface Homme/Nature et aux relations sociales. Dans cette approche, la vulnérabilité présente des facteurs externes englobant les perturbations et les risques du système en termes d'exposition et de sensibilité, et un facteur interne qui comprend la capacité du système à faire face et réagir aux contraintes socioéconomiques et aux aléas climatiques (O'Brien *et al.*, 2007).

L'analyse de ces facteurs contributifs ou variables clés de la vulnérabilité repose souvent sur l'utilisation et l'intégration d'indicateurs tout en tenant compte de leur importance relative et de leur influence sur la vulnérabilité du système homme-environnement en général. Pour quantifier les niveaux d'importance ou d'influence de ces composantes sur la vulnérabilité, certaines études impliquent les parties prenantes et/ou utilisent les connaissances d'experts (Preston *et al.*, 2009). Chaque facteur étant déterminé par une série d'indicateurs, de conditions et ressources ou composantes majeures (Hahn *et al.*, 2009). De nombreuses approches utilisent ces indicateurs pour caractériser et quantifier des problèmes multidimensionnels, combinant souvent divers indicateurs dans un seul indice composite de vulnérabilité. Les indices de vulnérabilité sont construits à trois fins principales. Premièrement, ils offrent un point de référence pour évaluer les cadres de la politique de développement (Eriksen et Kelly, 2007). Deuxièmement, ils peuvent fournir des informations pour élaborer des plans d'adaptation et d'atténuation (Gbetibouo *et al.*, 2010). Troisièmement, ils peuvent fournir un moyen pour normaliser la mesure de la vulnérabilité, permettant ainsi la comparaison de différents contextes. Cela permet également d'établir des priorités dans l'allocation des res-

sources pour l'adaptation et l'atténuation (Preston *et al.*, 2009).

Nous retenons dans cette étude que ces indices constituent un moyen utile de comparer et d'évaluer différentes régions géographiques en intégrant des variables locales (composantes principales et sous-composantes associées) spécifiques au contexte. Sans cette flexibilité, notre évaluation de la vulnérabilité peut souffrir d'un manque d'indicateurs locaux spécifiques pouvant fournir des informations fiables pour élaborer des plans d'adaptation et d'atténuation spécifiques et ciblés.

2.2. Choix et adaptation des composantes et sous-composantes pour l'évaluation de la vulnérabilité des ménages en zones arides tunisiennes

Hahn *et al.* (2009) ont développé l'indice LVI où ils ont défini sept composantes principales de vulnérabilité (le profil sociodémographique, les stratégies de subsistance, les réseaux sociaux, la santé, la sécurité alimentaire, l'eau et les catastrophes naturelles et variabilité du climat). Ces composantes correspondent aux trois facteurs contribuant au calcul du LVI-IPCC du GIEC (exposition, capacité d'adaptation et sensibilité). Nous adoptons ce cadre de LVI et LVI-IPCC du GIEC pour les zones arides tunisiennes en proposant de nouvelles composantes principales et sous-composantes caractérisant les populations locales de ces zones. Ces adaptations ont été effectuées sur la base d'une revue de littérature (Sghaier et Fetoui, 2006 ; Neffati *et al.*, 2015).

Aux sept composantes suggérées par Hahn *et al.* (2009), nous avons ainsi ajouté une nouvelle composante principale : « le foncier », sachant le rôle crucial que joue ce facteur dans la gestion des ressources naturelles en zones arides tunisiennes (Sghaier et Fetoui, 2006). Les huit profils considérés pour l'évaluation de la vulnérabilité ont été ensuite mis en correspondance avec les trois facteurs contribuant à la vulnérabilité du GIEC, de la même manière que dans Hahn *et al.* (2009).

Les adaptations ont concerné également l'intégration des nouvelles sous-composantes pour

toutes les composantes principales. Pour le profil sociodémographique, nous avons intégré trois nouvelles sous-composantes qui concernent l'âge moyen des chefs des ménages, la taille des ménages et la formation agricole. Nous avons intégré les équipements agricoles comme nouvelle sous-composante de stratégies de subsistance. L'importance des dépenses annuelles sur la santé et l'accès aux établissements sanitaires sont également considérés comme des variables importantes pour évaluer la vulnérabilité des ménages par rapport à la composante principale de « santé ». Pour la nouvelle composante du foncier, trois sous-composantes ont été considérées qui sont le capital foncier et les deux phénomènes de parcellisation et de morcellement des terres. La composante « Réseaux sociaux » comporte trois sous-composantes qui concernent l'importance des aides familiales, mais aussi les aides de la part de la famille, des amis, des associations, de l'Etat, etc. et l'adhésion des ménages à des associations locales. L'adaptation a concerné également la composante « sécurité alimentaire » par l'ajout des sous-composantes « proportion des ménages qui obtiennent leur alimentation principale du marché », « satisfaction des besoins alimentaires des ménages » et « satisfaction des besoins du cheptel en alimentation ». Concernant la composante « Accès et gestion de l'eau », les adaptations ont concerné l'ajout de la sous-composante « disponibilité et accès à l'eau d'irrigation », en plus de celle qui représente les problèmes de conflits liés à l'eau. Enfin, pour la composante « Variabilité et changement climatique », cinq sous-composantes ont été intégrées notamment le bilan hydrique (proportion des années excédentaires et déficitaires), la fréquence des années de sécheresse, la proportion des ménages déclarant une augmentation de la salinité de l'eau d'irrigation, la proportion des ménages déclarant l'augmentation de la mortalité des animaux et la proportion des ménages déclarant des changements dans leur système de culture à cause du changement climatique. En parallèle, plusieurs sous-composantes suggérées par Hahn *et al.* (2009) n'ont pas été prises en compte dans notre évaluation de la vulnérabilité.

2.3. Méthodes de calcul des indices de vulnérabilité des moyens d'existence (LVI et LVI-IPCC)

2.3.1. Etapes de calcul d'un LVI moyen pondéré : Modèle 1

Le LVI utilise une approche moyenne pondérée, où chaque sous-composante contribue également à l'indice global, même si chaque composante principale est constituée d'un nombre différent de sous-composantes. La formule de LVI utilise donc une approche simple qui applique des poids égaux à toutes les composantes principales. Il y a quatre étapes dans le calcul de chaque LVI (Hahn *et al.*, 2009). Tout d'abord, il s'agit de transformer les données brutes des sous-composantes en mesures appropriés (unités), telles que les pourcentages, rapports et indices. Étant donné que chacune des sous-composantes est mesurée sur une échelle différente, il est ensuite nécessaire de normaliser chacune comme un indice à travers l'équation ci-dessous. Ceci est nécessaire pour combiner toutes les mesures en un seul indice LVI.

$$\text{Indice } S_r = (S_r - S_{\min}) / (S_{\max} - S_{\min})$$

Où S_r est la sous-composante observée pour la région r et S_{\max} et S_{\min} sont les valeurs minimale et maximale pour chaque sous-composante.

Après la standardisation de chaque indice des sous-composantes, on utilise l'équation suivante pour calculer la valeur de chaque composante principale. C'est la moyenne des scores normalisés de chaque composante principale, qui donne un score final (M_r) pour chaque composante principale.

$$M_r = \left(\sum_i^n \text{Indice } S_{ri} \right) / n$$

Où n est le nombre de sous composantes dans chaque composante.

Enfin, l'indice de vulnérabilité global des moyens d'existence des ménages pour une région r (LVI_r) est calculé en combinant les moyennes pondérées de toutes ces composantes principales. Les poids de chaque composante principale est déterminé par le nombre de sous composantes dont elle est constituée. Cela garantit que toutes les composantes principales contribuent également à l'LVI global.

$$LVI_r = \left(\sum_{i=1}^8 W_{Mi} M_{ri} \right) / \left(\sum_{i=1}^8 W_{Mi} \right)$$

Où W_{Mi} représente les poids des composantes principales qui correspondent au nombre des sous-composantes qui composent chaque composante principale. Le LVI global est mis à l'échelle de 0 (moins vulnérable) à 0,5 (plus vulnérable) (Hahn *et al.*, 2009).

2.3.2. Calcul de LVI-IPCC (Cadre de l'approche du GIEC) : Modèle 2

Le LVI-IPCC regroupe les composantes principales dans chacune des trois catégories ou facteurs contributifs du GIEC. Pour le cas de cette étude, la capacité d'adaptation est définie par la contribution des composantes de « profil sociodémographique », « stratégies de subsistance », « accès et gestion de l'eau » et « réseaux sociaux ». La sensibilité est définie par les composantes « sécurité alimentaire », « foncier » et « santé ». L'exposition est un facteur lié surtout aux catastrophes naturelles et à la variabilité du climat. Le calcul de ces trois facteurs contributifs se fait par l'équation suivante :

$$CF_r = \left(\sum_{i=1}^n W_{Mi} M_{ri} \right) / \left(\sum_{i=1}^n W_{Mi} \right)$$

Où CF_r est le facteur contributif des trois facteurs (exposition, sensibilité et capacité d'adaptation). M_{ri} est la composante principale indexée par i . W_{Mi} sont les poids des composantes principales et n est le nombre des composantes principales dans chaque facteur contributif.

Une fois l'exposition, la sensibilité et la capacité d'adaptation sont calculés, les trois facteurs contributifs sont combinés en utilisant l'équation suivante :

$$LVI-IPCC_r = (e_r - a_r) * s_r$$

Où $LVI-IPCC_r$ est le LVI pour la zone d'étude r exprimé en utilisant le cadre de la vulnérabilité du GIEC. Les valeurs e_r , a_r et s_r sont respectivement celles d'exposition, de la capacité d'adaptation et de sensibilité calculées pour une région r . Le LVI-IPCC est mis à l'échelle de -1 (moins vulnérable) à 1 (plus vulnérable) (Hahn *et al.*, 2009).

2.4. Zone d'étude

Les zones arides tunisiennes présentent des variations climatiques, du couvert végétal et des géofaciès qui sont très observables sur une courte distance. Ceci résulte de la nature et de

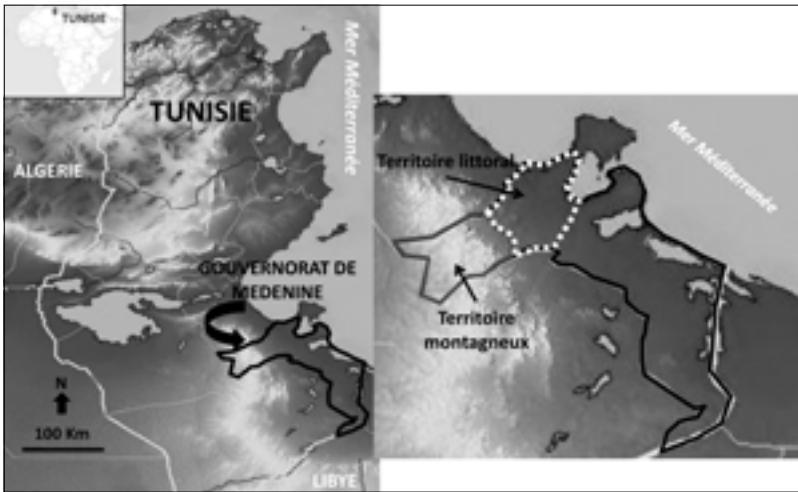


Figure 1 - Localisation géographique de la zone d'étude.

la complexité des influences littorales, continentales, désertiques liées à la situation géographique, mais aussi les influences de l'Homme qui apparaissent à travers ses activités et la nature des apports qu'il entretient avec le milieu (Ouessar *et al.*, 2006 ; Fetoui, 2011).

Deux zones situées selon un gradient désertique-littoral/amont-aval représentant les principales régions naturelles de ces zones arides ont été choisies pour l'analyse de la vulnérabilité des moyens d'existence des ménages à l'échelle locale : le territoire montagneux (délégation de Béni Khédache (BK)) et le territoire littoral (délégation de Sidi Makhlouf (SM)) (Figure 1). Ces deux territoires présentent des conditions climatiques très contraignantes, un potentiel en ressources naturelles très limité et des seuils de pauvreté très élevés (Bécher et Sghaier, 2013). Les populations à dominante rurale de ces régions (25885 habitants à BK et 25206 à SM (INS, 2014)) sont en perpétuelle mutation depuis au moins un siècle à un rythme qui diffère entre les deux territoires, engendrant des transformations profondes des conditions socioéconomiques, des structures foncières, des systèmes de production, et des modes d'accès, d'exploitation et de gestion des ressources naturelles (Fetoui, 2011). Ces mutations ont créé des opportunités différenciées en termes de capacités d'adaptation, mais aussi de vulnérabilité des populations locales de chaque territoire.

Dans les zones montagneuses, la population est caractérisée par une densité très faible (7 habi-

tants/Km²) (INS, 2014) et demeure dans des petits villages anciens et des habitats plus ou moins dispersés. Elle occupe, de plus ou moins longue date, certaines vallées et dépressions où elle a développé une agriculture de subsistance dominée par l'arboriculture, en particulier les oliviers et les figuiers, accompagnée de quelques cultures céréalières et maraîchères épisodiques. Cette population profite des conditions climatiques relativement favorables (plus que 160 mm/an) par rapport à celles des plaines (moins de 140 mm/an), pour développer ces cultures sur des petites parcelles ayant des sols riches et profonds, créés suite à la confection des petits barrages de collecte des eaux pluviales ruisselées (les jessour). Elle pratique également l'activité d'élevage qui est plutôt extensif sur des petits espaces de parcours créant une charge animale importante. Le reste des sols sont généralement très peu profonds et pauvres en matières organiques, de texture et structure sensibles à l'érosion éolienne et hydrique (Ouessar *et al.*, 2006). Ces sols sont peu ou non aptes à l'agriculture et au développement d'une végétation naturelle capable de subvenir les besoins de plus en plus importants de la population. La végétation naturelle est souvent éparse, rabougrie et clairsemées. Le revenu familial dans ce territoire est issu quasi-totalement des activités extra-agricoles (petits métiers, services, commerce, artisanat, etc.) (Fetoui, 2011).

La population des zones littorales est caractérisée par une plus grande densité (57 habi-

Tableau 1 - Caractérisation socioéconomique et biophysique des deux territoires d'étude (territoire montagneux et territoire littoral).

	<i>Territoire montagnard de BK</i>	<i>Territoire littoral de SM</i>
<i>Caractéristiques physiques</i>	Montagnes, pentes fortes	Plaines, Sebkhass, zones basses
<i>Ressources naturelles</i>	- Sols très peu profonds, fragiles et pauvres, peu évolués d'érosion hydrique et éolienne, quelques sols alluviaux derrière jessour riches et profonds - Végétation dégradée, arboriculture dominante derrière jessour - Eau très fréquente en bonne année	- Sols peu profonds, fragiles et pauvres, sableux et gypseux avec charge caillouteuse importante - Végétation peu dégradée, céréaliculture dominante, arboriculture plein champs - Eau très rare, tarissement des nappes, salinité
<i>Climat</i>	Pluviométrie > 160 mm, bilan hydrique déficitaire, vents peu violents et peu chargés de sable	Pluviométrie < 140 mm, bilan hydrique déficitaire, vents très actifs, violents, secs et chargés de sable
<i>Densité de la population</i>	7 hab/km ²	57 hab/km ²
<i>Mode d'occupation humaine de l'espace et caractéristiques de l'habitat</i>	Installation humaine très ancienne sur des petits villages et ksour	Installation humaine plus ou moins récente (habitat rare et très dispersé)
<i>Activité principale</i>	Agriculture de subsistance, activité extra-agricole, élevage extensif	Agriculture familiale et marchande, élevage plutôt semi-extensif
<i>Revenu agricole annuel moyen</i>	3065 DT	2160 DT
<i>Impact des politiques d'aménagement</i>	Aménagements de collecte des eaux pluviales sur les versants et dans les cours d'eau	Faible impact

tants/km²) et demeure dans des habitats et des villages très dispersés sur les vastes plaines de la Jeffara tunisienne. Les sols sont en majorité plus profonds, peu fragiles, sableux et gypseux avec une charge caillouteuse importante. Ces conditions favorisent la diversification des cultures sur les vastes parcelles, notamment les cultures céréalières et irriguées, l'arboriculture en plein champs, etc. L'activité agricole pratiquée est plutôt familiale et marchande, avec un élevage semi-extensif engendrant une faible charge animale. Les conditions biophysiques (rareté de l'eau, vents très actifs, violents, secs et chargés souvent du sable, tarissement et salinité des nappes, etc.) sont des facteurs déterminants du déclin de la productivité agricole. Le revenu familial est généralement faible et est issu principalement de l'activité agricole, mais aussi de quelques activités extra-agricoles (Fetoui, 2011) (Tableau 1).

La conjugaison de ces différentes conditions biophysiques et socioéconomiques de ces deux

territoires fait que ces derniers présentent des niveaux différents de vulnérabilité des systèmes « Homme-milieu », de dégradation des ressources naturelles et de risques de désertification. Le choix de ces deux territoires émane de l'importance de l'analyse de la vulnérabilité des moyens d'existence des ménages dans ces contextes locaux différents représentant les zones arides tunisiennes. Ceci afin d'identifier les facteurs déterminants ou variables clés de cette vulnérabilité ainsi que les stratégies et mesures d'adaptation spécifiques au changement climatique.

2.5. Collecte des données

Des enquêtes socio-économiques et de perception ont été conduites auprès des ménages ruraux dans ces deux territoires (85 enquêtes à Béni Khédache et 80 enquêtes à Sidi Makhlouf) durant les mois de mars, avril et mai 2018. Les échantillons ont été conçus de façon à ce que les ménages enquêtés aient une représentation sta-

Tableau 2 - Répartition des enquêtes ménages par territoire et par délégation.

<i>Territoire</i>	<i>Délégation</i>	<i>Imada</i>	<i>Total des ménages*</i>	<i>Echantillon</i>
Montagneux	Béni Khédache	Rahala	115	5
		Menzla	171	7
		Bhaira	243	10
		Hmaima	310	12
		El Binya	306	12
		Zammour	117	5
		Béni Khédache	619	24
		El Fjjj	255	10
		<i>Total Béni Khédache</i>	<i>2136</i>	<i>85</i>
Littoral	Sidi Makhoulouf	Ragouba Ouest	402	16
		Ragouba Est	715	28
		Gosba	402	16
		Sidi Makhoulouf	491	20
		<i>Total Sidi Makhoulouf</i>	<i>2010</i>	<i>80</i>
<i>Total zone d'étude</i>			<i>4146</i>	<i>165</i>

Source : INS, 2014.

tistique significative pour l'ensemble de la population résidente dans les deux zones.

La méthode d'échantillonnage a suivi une technique d'échantillonnage aléatoire stratifiée. Les ménages enquêtés ont été tirés d'une manière aléatoire sur les registres de chaque délégation, en tenant compte de plusieurs répartitions spatiales (délimitation administrative et zonage biophysique). Ainsi, l'échantillon est réparti sur les deux zones géophysiques de la zone d'étude (montagnes et plaines littorales) et par imada (plus petite unité administrative) (Tableau 2). L'échantillon compte 165 ménages qui ont été sélectionnés parmi 4146 ménages dans la zone d'étude (INS, 2014), soit une fraction d'enquête de 4%. L'identification finale des agriculteurs enquêtés a été entreprise avec la collaboration des acteurs locaux et des services techniques.

Le questionnaire de l'enquête renseigne sur les caractéristiques générales des ménages et de leurs systèmes de production (critères démographiques, capitaux fonciers, financiers, physiques et sociaux, production agricole, vulnérabilité des systèmes, principales sources d'information, politiques agricoles, etc.). Le questionnaire intègre également des parties qui traitent l'analyse des

connaissances locales, le transfert de connaissances, la sécurité alimentaire, les stratégies d'adaptation au changement climatique et la durabilité du système en général. Chaque entretien a duré en moyenne 35 min. Les données collectées ont été utilisées pour caractériser les composantes du LVI et LVI-IPCC adaptés au contexte des zones arides. Elles ont permis en premier lieu d'analyser les capitaux des ménages par le logiciel SPSS et ont servi ensuite au calcul du LVI et LVI-IPCC pour les deux territoires.

3. Resultats

3.1. LVI par composante et par type de territoire

L'analyse montre que les ménages du territoire littoral de SM présentent une plus grande vulnérabilité que ceux du territoire montagneux de BK en termes de « profil sociodémographique » (respectivement 0,57 et 0,49) (Tableau 3). La vulnérabilité à SM est expliquée surtout par la grande proportion (61%) des familles nombreuses (>6 membres) ayant des charges familiales ardues face à des conditions financières

Tableau 3 - Vulnérabilité des moyens d'existence des ménages à Béni Khédache (BK) et Sidi Makhlouf (SM) par composantes principales et sous-composantes.

Composante principale	Sous-composante	Valeur		Valeurs normalisées des sous-composantes (Indice S_i)		Valeurs d'indice pour la composante (M_i)	
		BK	SM	BK	SM	BK	SM
Profil socio-démographique	Moyenne des âges des chefs des ménages (ans)	54	45	0,48	0,33	0,49	0,57
	% des ménages ayant une famille nombreuse (>6)	47	61	0,47	0,61		
	% des chefs des ménages ayant un niveau d'instruction faible (≤primaire)	67	65	0,67	0,65		
	% des chefs des ménages sans formation agricole	37	69	0,37	0,69		
Stratégies de subsistance	% des ménages ayant l'agriculture comme seule source de revenu	62	46	0,62	0,46	0,48	0,37
	% des ménages n'ayant pas de matériel agricole	50	39	0,50	0,39		
	% des ménages qui travaillent en dehors de la communauté	33	26	0,33	0,26		
Foncier	% des exploitations ayant 3 parcelles et plus	58	43	0,58	0,43	0,40	0,30
	Superficie moyenne par exploitant (ha)	2	3,9	0,23	0,17		
	% des exploitations ayant une superficie inférieure à 2 hectares (ha)	39,4	32,6	0,39	0,32		
Santé	Rapport moyen des dépenses de santé par rapport aux dépenses totales du ménage	36	28	0,36	0,28	0,32	0,26
	Temps moyen pour arriver à un établissement de santé (minutes)	45	15	0,34	0,18		
	% des ménages avec des membres ayant des maladies chroniques	27	30	0,27	0,30		
Réseaux sociaux	% des ménages n'ayant pas une aide familiale	16	25	0,16	0,25	0,20	0,25
	% des ménages ayant reçu une aide auprès des voisins, des amis, des associations, de la communauté, de l'Etat	32	29	0,32	0,29		
	% des chefs des ménages qui ne sont pas adhérents à une ONG	12	22	0,12	0,22		
Sécurité alimentaire	% des ménages qui obtiennent leur alimentation principale du marché	58	70	0,58	0,70	0,62	0,67
	% de satisfaction des besoins de la famille en nourriture	68	72	0,68	0,72		
	% des exploitations qui ne satisfaisaient pas les besoins de cheptel en alimentation	62	60	0,62	0,60		
Accès et gestion de l'eau	% des ménages ayant un problème de disponibilité de l'eau	40	43	0,40	0,43	0,24	0,30
	% des ménages qui déclarent un conflit d'eau	8	17	0,08	0,17		
Variabilité et changement climatique	% des années déficitaires (présentant un déficit hydrique)	44	58	0,44	0,58	0,35	0,50
	Fréquence des années sèches tous les 10 ans	6	7	0,60	0,70		
	% des ménages déclarant une augmentation de la salinité de l'eau d'irrigation à cause du changement climatique	25	45	0,25	0,45		
	% des ménages déclarant l'augmentation de la mortalité des animaux à cause du changement climatique	28	33	0,28	0,33		
	% des ménages déclarant des changements dans leur système de culture à cause du changement climatique	19	42	0,19	0,42		

Source : Propres analyses, 2020.

précaires, et par l'importance des ménages sans formation agricole (69%). En termes de stratégies de subsistance, BK montre plutôt une plus grande vulnérabilité (0,48) qu'à SM (0,37) à cause du pourcentage plus élevé de ménages qui ont déclaré compter uniquement sur l'agriculture pour obtenir un revenu (62% contre 46% à SM). BK montre également la plus grande proportion des ménages n'ayant pas de matériel agricole (50% contre 39% à SM), ce qui influe négativement sur la productivité agricole. Une autre stratégie d'existence pratiquée par les ménages est de travailler en dehors de la communauté. Cette migration concerne un chef de ménage sur trois pour le territoire montagneux (33%) dont 66% à l'étranger. Bien que cette migration puisse dans certains cas combler les besoins des familles à travers des investissements agricoles, elle engendre dans la plupart des cas l'abandon des terres agricoles. Ce phénomène était la raison d'attribuer des scores de vulnérabilité plus élevés aux ménages déclarant avoir des membres de la famille travaillant en dehors de la communauté. Dans le territoire littoral de SM la situation est différente et la migration concerne seulement 26% des ménages.

Les analyses montrent également que les ménages à BK sont plus vulnérables par rapport à la composante « foncier » (0,40 contre 0,30 à SM), tenant compte du niveau d'emprise agricole (superficie moyenne faible par exploitation égale 2 ha, contre 3,9 ha à SM) et de l'importance du phénomène de morcellement et de parcellisation des terres. En effet, ce territoire présente une proportion plus élevée des exploitations agricoles ayant plus de 3 parcelles (58% à BK contre 43% à SM) et dont la superficie est inférieure à 2 ha (39,4% à BK et 32,6% à SM).

La composante « Santé » présente en revanche des indices de vulnérabilité plus ou moins faibles et similaires pour les deux territoires (0,32 à BK et 0,26 à SM). Les différences entre les deux territoires concernent surtout l'éloignement des ménages des établissements de santé (le temps moyen pour arriver à un établissement de santé est plus élevé à BK (45 minutes contre 15 minutes à SM)) et le rapport des dépenses de santé par rapport aux dépenses totales des ménages (36% à BK contre 28 % à SM).

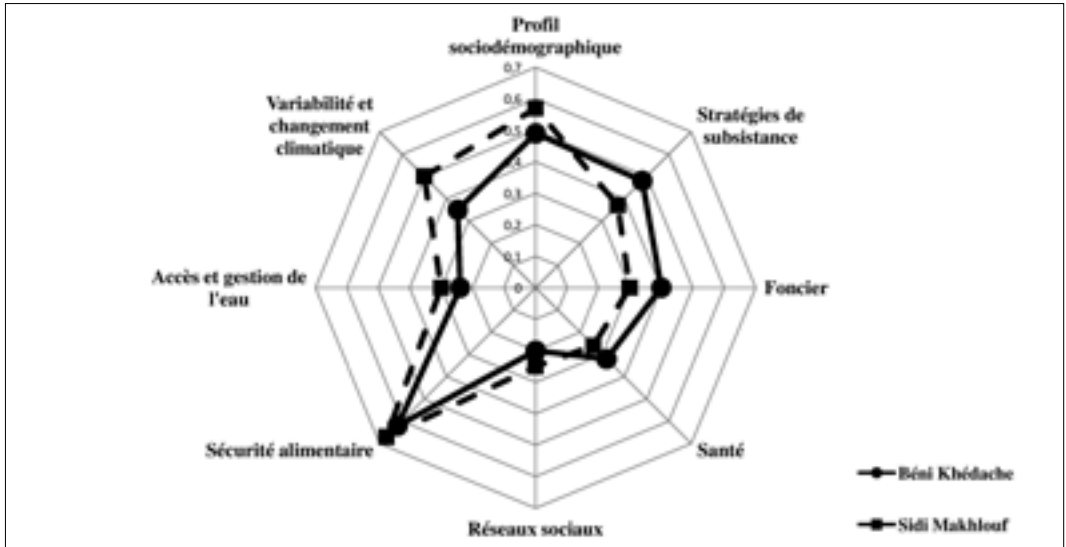
Pour la vulnérabilité liée aux réseaux sociaux, les analyses montrent que le pourcentage des ménages n'ayant pas eu une aide familiale est faible dans les deux territoires. En effet, en cas de besoin, ces ménages bénéficient d'une solidarité sociale considérable, notamment les aides financières de la part des voisins, des amis, des associations locales ou de la part de l'Etat sous forme d'aides sociales ou de subventions. Ce facteur est le principal déterminant de la faible vulnérabilité des ménages par rapport à cette composante (0,20 à BK et 0,25 à SM). Les résultats montrent également que le pourcentage des ménages n'adhérant pas à une ONG (organisation non gouvernementale) est faible et est égal à 12% et 22% respectivement à BK et SM. Ceci a permis également de diminuer le niveau de vulnérabilité, grâce au rôle des ONG qui consiste essentiellement à vulgariser les bonnes pratiques, transférer les connaissances et informer les agriculteurs sur les nouvelles technologies.

Les résultats montrent également que les ménages dans les deux territoires sont très vulnérables en termes de sécurité alimentaire, avec un score de vulnérabilité à SM légèrement supérieur à celui de BK (respectivement 0,67 et 0,62). Ceci est expliqué par l'incapacité de la production agricole à satisfaire les besoins des populations locales en termes de nourriture et d'alimentation du cheptel dans les deux territoires. Un grand pourcentage de ménages déclarait ne pas compter uniquement sur leurs exploitations agricoles pour combler les besoins nutritionnels et obtiennent leur alimentation principale du marché (70% à SM et 58% à BK).

Pour la composante « accès et gestion de l'eau », les deux territoires présentent des scores de vulnérabilité plus ou moins faibles, avec plus de vulnérabilité du côté de SM (0,30 contre 0,24 à BK). Le territoire littoral est caractérisé surtout par le nombre le plus élevé des conflits entre les usagers de cette ressource rare. Le nombre limité de conflits à BK est expliqué par la présence d'un système traditionnel de partage équitable des eaux de ruissellement de pluie sur les ravins et les terres en pente, connu localement par le système des « jessour » (Ouessar *et al.*, 2006).

Enfin, en termes de variabilité et changement climatique, le territoire littoral s'avère plus vul-

Figure 2 - Vulnérabilité des moyens d'existence des ménages par composante principale à Béni Khédache et Sidi Makhlouf.



Source : Propres analyses, 2020.

néralable aux conditions climatiques sévères que le territoire montagneux (respectivement 0,50 et 0,35). Cette différence est expliquée par la proportion plus élevée des années déficitaires enregistrée à SM au cours des 60 dernières années (58% contre 44% à BK). De plus, ce territoire est caractérisé par les plus grandes proportions des ménages déclarant des changements dans leurs systèmes de culture (42%) et des problèmes de salinité de l'eau d'irrigation (45%) (Figure 2).

3.2. LVI-IPCC (approche du GIEC)

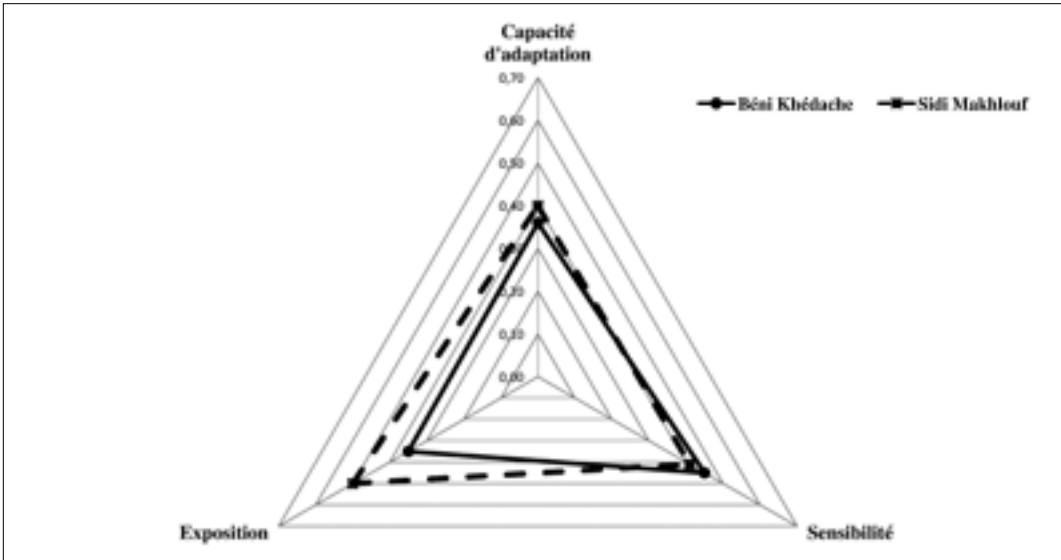
Rappelons que le GIEC caractérise la vulnérabilité au changement climatique en fonction de l'exposition d'un système, de sa sensibilité et de sa capacité d'adaptation. Cela implique le groupement des huit composantes principales dans chacune de ces trois facteurs contributifs (Tableau 4). Le résultat du calcul du LVI-IPCC en fonction de ces trois facteurs contributifs montre également un comportement général de vulnérabilité

Tableau 4 - LVI-IPCC global dans les deux territoires de Béni Khédache (BK) et Sidi Makhlouf (SM).

Facteur contributif	Composante majeure	Nombre de sous composantes	Valeur d'indice (composantes Principales)		Valeur des facteurs contributifs		Valeur de LVI-IPCC	
			BK	SM	BK	SM	BK	SM
Capacité d'adaptation	Profil socio-démographique	4	0,49	0,57	0,36	0,40	-0,0045	0,041
	Stratégies de subsistance	3	0,48	0,37				
	Accès et gestion de l'eau	2	0,24	0,30				
	Réseaux sociaux	3	0,20	0,25				
Sensibilité	Foncier	3	0,40	0,30	0,45	0,41		
	Santé	3	0,32	0,26				
	Sécurité alimentaire	3	0,62	0,67				
Exposition	Variabilité et changement climatique	5	0,35	0,50	0,35	0,50		

Source : Propre analyses, 2020.

Figure 3 - Vulnérabilité des moyens d'existence des ménages en fonction des facteurs contributifs du GIEC à Béni Khédache et Sidi Makhlof.



Source : Propres analyses, 2020.

bilité plus ou moins similaire pour les deux types de territoires, sachant que BK est moins vulnérable (-0,0045) que SM (0,041).

Le facteur déterminant de la sensibilité des deux territoires est la sécurité alimentaire. Le profil sociodémographique et les stratégies de subsistance sont les facteurs les plus déterminants de la capacité d'adaptation des ménages. Les analyses montrent que le territoire littoral est celui le plus exposé aux changements climatiques, bien qu'il soit légèrement moins sensible (Figure 3). Le score plus faible et négatif du LVI-IPCC à BK est expliqué par la bonne capacité d'adaptation des ménages dans ce territoire montagneux, ayant un savoir-faire ancestral important concernant la conservation des eaux et des sols à travers les aménagements installés soit sur les pentes (jessour) ou sur les plaines (tabias) (Ouassar *et al.*, 2006 ; Fetoui, 2011).

4. Discussion

La présente étude fournit des indices LVI permettant d'identifier et comparer les principaux facteurs contribuant à la vulnérabilité des moyens d'existence des ménages dans deux ter-

ritoires différents des zones arides tunisiennes. Les écarts de vulnérabilité sont fondés surtout sur le degré relatif de l'exposition à la variabilité et changement climatique, les limitations du foncier, les stratégies de subsistance et la sécurité alimentaire. Dans des contextes différents dans le monde, ces écarts ont concerné par exemple les limitations physiques et sociodémographiques dans le cas de Mozambique (Hahn *et al.*, 2009). Dans les régions montagneuses subtropicales humides de l'Inde, les écarts ont concerné le degré relatif d'urbanisation et la capacité d'adaptation (Mohan et Sinha, 2010). Dans les régions subtropicales subhumides du nord du Ghana, les écarts de vulnérabilité sont liés surtout au niveau d'accès aux ressources en eau (Etwire *et al.*, 2013).

Des recommandations stratégiques peuvent être avancées sur la base des résultats d'évaluation de la vulnérabilité des ménages dans les deux territoires des zones arides tunisiennes. Cette étude a montré en premier lieu que l'agriculture est une activité qui ne garantit pas généralement la sécurité alimentaire des ménages surtout pendant les années de disette. Ceci incite à diversifier les cultures pratiquées et à bien

gérer les productions en bonnes années pour couvrir le maximum des besoins alimentaires et garantir l'autonomie et la durabilité des exploitations agricoles. La diversification des cultures est une stratégie efficace de gestion de la précarité du climat. Cette stratégie est pratiquée par les populations afin de laisser une marge de flexibilité quant à la reproduction des systèmes de production. L'introduction des cultures fourragères, par exemple, peut être une alternative importante pour satisfaire les besoins du cheptel et la meilleure rentabilité de l'activité d'élevage. En situation de forte vulnérabilité socioéconomique et climatique, ces populations adaptent des techniques de mobilisation et de gestion appropriées tels que les techniques de conservation des eaux et des sols, la mise en culture pluviale des terres, la plantation des arbres fruitiers adaptés aux conditions climatiques sévères, etc. Elles jouent également sur la flexibilité du système de production entre les activités extra-agricoles et les activités agropastorales selon le climat. Selon la capacité d'investissement, il y a des choix qui sont fait en termes de mobilisation des moyens de production vers l'achat d'aliments du bétail, l'achat de l'eau pour l'irrigation des arbres fruitiers en périodes de pointe, l'affectation de la main d'œuvre masculine pour conserver l'activité d'élevage en années sèches. Cette flexibilité autour de la gestion de trésorerie est basée aussi sur la diversification des activités économiques des ménages qui présente une marge de manœuvre et peut diminuer la vulnérabilité. D'autres mesures peuvent être adoptées par ces populations en vue d'atténuer les charges économiques de leurs systèmes de production, mais aussi de préserver les ressources naturelles. L'utilisation, par exemple, des sous-produits des cultures annuelles et arboricoles forment des aliments de bétail que les éleveurs stockent au moment des récoltes pour les valoriser par les animaux pendant les périodes de crise d'alimentation animale (paille, foin, résidus des cultures maraîchères, feuilles et grignons d'olives). L'éducation sur le stockage des aliments et la conservation des semences pourrait constituer ici une intervention appropriée.

Néanmoins, ces stratégies d'adaptation et de subsistance des populations locales des deux

territoires sont confrontées de plus en plus aux politiques de développement rural et agricole et tendent à se simplifier et à diminuer pour augmenter la pression sur les ressources naturelles disponibles dans la zone. La rareté et la salinité de l'eau, mais aussi les problèmes fonciers présentent aussi des obstacles au développement de ces stratégies.

Les moyens d'existence des ménages à BK se sont avérés vulnérables à cause de ces problèmes fonciers. Ce constat suggère que le gouvernement tunisien doit intervenir en priorité dans ce territoire par l'application des politiques de consolidation des terres (Sghaier et Fetoui, 2006) afin de résoudre le problème de morcellement et par suite l'accès aux crédits agricoles. En effet, ces politiques de consolidation ont été appliquées au gouvernorat de Médenine depuis 2006 et ont montré leurs impacts sur l'amélioration des conditions de vie et la fixation des exploitants, mais aussi sur les systèmes de production (accès aux crédits, amélioration des productions agricoles) (Fetoui, 2011).

Pour le cas de SM, vu la faible sensibilité de ce territoire en termes de sécurité alimentaire et de disponibilité et accès à l'eau, les ménages peuvent avoir plus de flexibilité pour mettre en œuvre différentes autres stratégies d'adaptation à l'avenir. Dans les deux territoires, les pratiques de collecte de l'eau doivent être adaptées aux nouveaux défis de développement local durable en considérant les scénarios de changements climatiques et les conditions socioéconomiques en perpétuelles mutations. Nous citons ici l'exemple du territoire tropical équatorial du Nord du Ghana (Adu *et al.*, 2017 ; Williams *et al.*, 2020) et l'importance des stratégies d'adaptation au changement climatique à travers de nouveaux modes de stockage de l'eau.

Le développement agricole dans ces territoires incite également à trouver des alternatives socioéconomiques afin de minimiser le phénomène d'abandon des terres agricoles et garantir la sécurité alimentaire. En fait, l'État tunisien s'est attaché depuis au moins quatre décennies à instaurer des programmes de développement économique et social. Un grand nombre d'actions ont été affectées aux zones arides dans le cadre de l'inscription territoriale des politiques

nationales de développement rural, notamment le programme de développement rural intégré (PDRI), le fond de solidarité nationale (FSN), le plan de développement agricole intégré (PDAI), etc. Ces politiques nationales ont encouragé les jeunes par l'octroi des crédits bancaires et des subventions, mais aussi par la création de nouveaux projets et emplois locaux. Cependant, en dépit de ces efforts, les résultats n'ont pas été à la hauteur des attentes (Ouessar *et al.*, 2006). Le bilan des actions témoigne de succès incomplets, et le phénomène de migration des jeunes persiste encore dans ces zones (Fetoui, 2011 ; Loireau *et al.*, 2015). Dans la plupart des cas, les échecs sont liés soit à la conception des projets qui n'intègrent pas en général tous les acteurs impliqués, soit à la mauvaise gestion des projets alloués par les bénéficiaires eux-mêmes (Fetoui, 2011). Ainsi, il est opportun d'intégrer tous les acteurs, ainsi que leurs rapports de force, alliances et conflits à la conception et à la mise en œuvre des projets de développement. Ceci permettra de garantir une meilleure gouvernance pour assurer le succès et la durabilité de ces projets. Fetoui *et al.* (2020) ont démontré l'importance des relations entre les acteurs pour la promotion de la chaîne de valeur de l'huile d'olive dans les zones arides tunisiennes.

La solidarité et la cohésion sociale ont montré également leur impact sur le succès et la durabilité des projets de développement et les systèmes de production. Nous citons l'exemple de la solidarité des ménages des zones arides pour l'accès et l'usage des ressources en eau à travers leurs stratégies collectives de mise en culture et le principe de partage équitable des eaux de ruissellement (Fetoui, 2011). En outre, les liens et les niveaux élevés de confiance entre les ménages dans les deux territoires d'étude, ainsi que leur adhésion à des ONG améliorent l'accès des jeunes exploitants à l'information, le soutien technique agricole et la sensibilisation sur les impacts de l'abandon. Ceci a été démontré par l'indice des réseaux sociaux qui n'ait pas beaucoup contribué à l'indice LVI de l'un ou l'autre territoire étudié.

Le problème de santé à BK comme à SM (éloignement des établissements de santé, dépenses, maladies chroniques) a également un effet considérable sur le mode de vie et la fixa-

tion des populations locales. Ce problème incite à mieux choisir l'emplacement et améliorer la qualité des établissements de santé, ce qui pourrait aider à améliorer la résilience des ménages. Nous citons ici l'exemple du territoire insulaire de Trinidad et Tobago et des communautés des régions subtropicales équatoriales du Nord du Ghana, où la composante « santé » s'est avérée le facteur le plus déterminant de la vulnérabilité des communautés locales (Shah *et al.*, 2013 ; Etwire *et al.*, 2013).

Dans les zones arides tunisiennes, les événements climatiques extrêmes augmentent la vulnérabilité des moyens d'existence des ménages. Les systèmes d'alerte précoce peuvent aider les populations des deux territoires à se préparer à ces événements surtout la succession des années de sécheresse. Les prévisions météorologiques saisonnières distribuées par le biais des associations locales peuvent aider les agriculteurs à mieux s'adapter aux contraintes climatiques. Le gouvernement tunisien a lancé en 2020 un système d'alerte précoce dans le cadre de l'initiative « We Care » de l'association internationale des réseaux mobiles (GSMA), en collaboration avec tous les opérateurs de téléphonie tunisiens. Ce système d'alerte consiste à lancer des solutions numériques sous forme de messages courts (SMS) afin d'avertir les citoyens des zones urbaines et rurales en cas de catastrophes naturelles (inondations, etc.) ou de menaces pour leur vie ou leurs biens. L'Institut des Régions Arides (IRA) de Médenine (Tunisie) a intégré le réseau « International Network to study Deposition and Atmospheric composition in Africa » (INDAAF) depuis 2015. Dans ce cadre, une station a été installée, dédiée au suivi de l'érosion éolienne et des aérosols terri-gènes. Valdivia *et al.* (2010) ont montré l'importance de ce système d'alerte pour améliorer l'adaptation des populations locales dans différents territoires de la Bolivie.

Enfin, cette analyse de vulnérabilité basée sur les différents types des territoires permettra de cartographier les profils de vulnérabilité dans l'ensemble des zones arides tunisiennes. Cette capacité à généraliser est essentielle pour la planification de l'adaptation parce qu'elle permet d'échanger des expériences d'apprentissage dans

des communautés ayant des profils de vulnérabilité similaires et qu'elle permet aux décideurs de comprendre les tendances ou l'impact d'un programme ou d'une politique de développement sur la vulnérabilité des moyens d'existence des communautés locales. Le LVI pourrait également être utilisé pour évaluer l'état de vulnérabilité suite à des scénarios de changements climatiques. Hahn *et al.* (2009) ont démontré l'impact d'une augmentation de température de 1,8°C sur le LVI global et le LVI-IPCC dans les deux zones d'étude de Mabote et Moma au Mozambique.

Sur le plan méthodologique, d'autres méthodes pourraient être pertinentes pour enrichir les analyses comparatives de vulnérabilité des moyens d'existence des ménages en zones arides, mais aussi dans d'autres contextes. Par exemple, l'indice de vulnérabilité sociale (SoVI), développé par Cutter *et al.* (2003), utilise un ensemble commun d'indicateurs généraux pour explorer les différences de vulnérabilité sociale entre des lieux différents. Il a été appliqué pour évaluer l'impact des inondations sur les communautés rurales au Bangladesh (Brouwer *et al.*, 2007).

5. Conclusion

L'évaluation de la vulnérabilité des ménages ruraux dans différents types de territoires des zones arides tunisiennes a permis de fournir une indication explicite sur les moyens de subsistance de ces ménages et de comparer les déterminants de leur vulnérabilité au changement climatique. S'appuyant sur le modèle développé par Hahn *et al.* (2009), cette étude a exploré l'utilité analytique de l'utilisation du LVI et LVI-IPCC pour comprendre cette vulnérabilité. A travers ce modèle, l'étude a adapté, intégré et comparé les variables qui ont une incidence importante sur la vulnérabilité des ménages et met en évidence les avantages de la comparaison de la vulnérabilité.

Les analyses ont montré un comportement général de vulnérabilité plus accentué à SM qu'à BK, sachant que l'analyse par composante révèle certaines différences. Alors que SM semble plus vulnérable en termes de profil sociodémographique des ménages, de sécurité alimentaire, de réseaux sociaux, d'accès à l'eau et de

changement climatique, BK révèle en revanche plus de vulnérabilité en termes de stratégies de subsistance, de foncier et de santé. Les résultats montrent également que la sécurité alimentaire est le facteur le plus déterminant de la sensibilité et que le profil sociodémographique et les stratégies de subsistance sont les facteurs les plus déterminants de la capacité d'adaptation des ménages des deux territoires. Le territoire littoral est celui le plus exposé au changement climatique, bien qu'il soit légèrement moins sensible.

Vu les niveaux de vulnérabilité enregistrés dans chaque territoire et afin d'améliorer la résilience des populations locales des zones arides tunisiennes, les principales recommandations et orientations politiques qui peuvent être signalées se rapportent principalement à l'amélioration du niveau de sécurité alimentaire et la capacité d'adaptation au changement climatique dans le territoire littoral. La résolution des problèmes fonciers est considérée comme priorité dans les zones montagneuses afin de diminuer la sensibilité de ce dernier au changement climatique.

Cette recherche a permis ainsi de fournir des informations décisionnelles à deux niveaux d'adaptation et de planification et d'identifier des stratégies d'adaptation spécifiques à chaque territoire pouvant être incorporées dans les politiques relatives au changement climatique. Il faut néanmoins noter que l'approche LVI simplifie la réalité complexe (Hahn *et al.*, 2009), mais son application a montré sa capacité d'exploration des facteurs déterminants de la vulnérabilité des ménages. Ces résultats seront peu utiles s'ils ne peuvent pas être facilement communiqués et compris par les décideurs et les services de développement. Le cadre des « plateformes d'innovation pour le climat », qui a été établie dans certaines communautés de l'Himalaya par exemple et étendu à d'autres régions comme l'Ethiopie (Simane *et al.*, 2016), pourra être un moyen efficace pour ce maillon communicationnel faible entre résultats de recherche et décision. L'observatoire des zones arides pour la surveillance environnementale (Loireau *et al.*, 2015) pourra également être valorisé comme cadre de suivi de la vulnérabilité. Ceci permettra de produire des informations sur la manière dont l'exposition, la capa-

cité d'adaptation et la sensibilité des territoires changent à mesure que les pratiques d'adaptation sont mises en place. Ceci peut s'appliquer aussi dans des contextes comparables aux zones arides tunisiennes, ainsi que dans d'autres pays en développement.

References

- Adu D.T., Kuwornu J.K., Anim-Somuah H., Sasaki N., 2017. Application of livelihood vulnerability index in assessing smallholder maize farming households' vulnerability to climate change in Brong-Ahafo region of Ghana. *Kasetsart Journal of Social Sciences*, 39(1): 22-32. DOI: 10.1016/j.kjss.2017.06.009.
- Aryal S., Cockfield G., Maraseni T.N., 2014. Vulnerability of Himalayan transhumant communities to climate change. *Climatic Change*, 125(2): 193-208. <https://link.springer.com/content/pdf/10.1007/s10584-014-1157-5.pdf>.
- Béchir R., Sghaier M., 2013. Taux de pauvreté et ses mesures en Tunisie. *New Medit*, 12(2): 2-10. http://www.iamb.it/share/img_new_medit_articoli/937_02_bechir.pdf.
- Brouwer R., Akter S., Brander L., Haque E., 2007. Socioeconomic vulnerability and adaptation to environmental risk: a case study of climate change and flooding in Bangladesh. *Risk Analysis: An International Journal*, 27(2): 313-326. DOI: 10.1111/j.1539-6924.2007.00884.x.
- Chambers R., Conway G.R., 1992. *Sustainable rural livelihoods: practical concepts for the 21st century*. IDS Discussion Paper 296. Brighton: Institute of Development Studies. 27 pages. <https://opendocs.ids.ac.uk/opendocs/handle/20.500.12413/775>.
- Cutter S.L., Boruff B.J., Shirley W.L., 2003. Social vulnerability to environmental hazards. *Social Science Quarterly*, 84(2): 242-261. DOI: 10.1111/1540-6237.8402002.
- Eriksen S.H., Kelly P.M., 2007. Developing credible vulnerability indicators for climate adaptation policy assessment. *Mitigation and adaptation strategies for global change*, 12(4): 495-524. <https://link.springer.com/article/10.1007/s11027-006-3460-6>.
- Etwire P.M., Al-Hassan R.M., Kuwornu J.K.M., Osei-Owusu Y., 2013. Application of livelihood vulnerability index in assessing vulnerability to climate change and variability in Northern Ghana. *Journal of Environment and Earth Science*, 3(2): 157-170. <https://iiste.org/Journals/index.php/JEES/article/view/4577/4661>.
- Fetoui M., 2011. *Évaluer et suivre la désertification en zones arides tunisiennes pour accompagner l'aide à la décision : dynamiques interactives « Climat-Homme-Espace-Ressources naturelles » via les paysages*. Thèse de doctorat en géographie. Université Paul-Valéry, Montpellier III. 441 pages. https://ged.biu-montpellier.fr/florabium/jsp/win_main_biu.jsp?nnt=2011MON30007&success=%2Fjsp%2Fwin_main_biu.jsp&profile=anonymous.
- Fetoui M., Dhehibi B., Frija A., Sghaier A., Kassam S., Aw-Hassan A., Abdeladhim M.A., Sghaier M., 2020. Towards an innovative olive oil value chain in South-Eastern Tunisia: options for inclusive development. *New Medit*, 19(3): 3-20. DOI: 10.30682/nm2003a.
- Gbetibouo G.A., Hassan R.M., Ringler C., 2010. Modelling farmers' adaptation strategies for climate change and variability: The case of the Limpopo Basin, South Africa. *Agrekon*, 49(2): 217-234. DOI: 10.1080/03031853.2010.491294.
- Hahn M.B., Riederer A.M., Foster S.O., 2009. The Livelihood Vulnerability Index: A pragmatic approach to assessing risks from climate variability and change A case study in Mozambique. *Global Environmental Change*, 19(1): 74-88. <http://www.abhatoo.net.ma/content/download/55960/1198155/version/1/file/>.
- Huong N.T.L., Yao S., Fahad S., 2019. Assessing household livelihood vulnerability to climate change: The case of Northwest Vietnam. *Human and Ecological Risk Assessment: An International Journal*, 25(5): 1157-1175. <https://doi.org/10.1080/10807039.2018.1460801>.
- INS (Institut National de la Statistique), 2014. Recensement général de la population et de l'habitat en Tunisie. http://census.ins.tn/sites/default/files/20_mednine_0.pdf.
- IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change), 2007. *Climate Change 2007: Synthesis Report*. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Geneva: IPCC. 104 pages. http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar4/syr/ar4_syr_fr.pdf.
- IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change), 2018. *Global Warming of 1.5°C. An IPCC Special Report on the impacts of global warming of 1.5°C above pre-industrial levels and related global greenhouse gas emission pathways, in the context of strengthening the global response to the threat of climate change, sustainable development, and efforts to eradicate poverty*. 630 pages. https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/sites/2/2019/06/SR15_Full_Report_High_Res.pdf.

- Loireau M., Sghaier M., Guerrero B., Chouikhi F., Fétoui M., Leibovici D., Debard S., Desconnets J.C., Ben Khadra N., 2015. SIEL : système intégré pour la modélisation et l'évaluation du risque de désertification. *Ingénierie des systèmes d'information*, 20(3): 117-142. DOI: 10.3166/ISI.20.3.117-142.
- MARH (Ministère d'Agriculture et des Ressources Hydrauliques), 2007. *Evaluation de la vulnérabilité, des impacts du changement climatique et des mesures d'adaptation en Tunisie*. Rapport, 36 pages. http://www.environnement.gov.tn/fileadmin/medias/pdfs/dgeqv/vulnerabilite_adaptation.pdf.
- Mohan D., Sinha S., 2010. *Vulnerability assessment of people, livelihoods and ecosystems in the Ganga Basin*. New Delhi: WWF-India. https://www.preventionweb.net/files/14941_vulnerabilityassessmentgangabasin1.pdf.
- Neffati M., Sghaier M., Labbene Y., 2015. *Analyse de la vulnérabilité des écosystèmes et des moyens de subsistance (Livelihoods) des populations au changement climatique en zones arides et désertiques de la région MENA*. Rapport principal du projet MENA-DELP, 222 pages. <https://www.profor.info/sites/profor.info/files/Rapport%20principal-Etude%20CC-MENA.PDF>.
- O'Brien K., Eriksen S., Nygaard L.P., Schjolden A., 2007. Why different interpretations of vulnerability matter in climate change discourses. *Climate policy*, 7(1): 73-88. DOI: 10.1080/14693062.2007.9685639.
- Ouessar M., Taàmallah H., Ouled Belgacem A., 2006. Un environnement soumis à des fortes contraintes climatiques. In: Genin D., Guillaume H., Ouessar M., Ouled Belgacem A., Romagny B., Sghaier M., Taàmallah H. (eds.), *Entre la désertification et le développement: la Jeffara tunisienne*. El Menzah / Tunis / Medenine: IRD / Cérès éditions / IRA, pp. 23-32. https://www.researchgate.net/publication/277814533_Entre_desertification_et_developpementla_Jeffara_tunisienne#fullTextFileContent.
- Poudel S., Funakawa S., Shinjo H., Mishra B., 2020. Understanding households' livelihood vulnerability to climate change in the Lamjung district of Nepal. *Environment, Development and Sustainability*, 22(10): 1-24. DOI: 10.1007/s10668-019-00566-3.
- Preston B.L., Brooke C., Measham T.G., Smith T.F., Gorddard R., 2009. Igniting change in local government: lessons learned from a bushfire vulnerability assessment. *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change*, 14(3): 251-283. <https://link.springer.com/article/10.1007/s11027-008-9163-4>.
- Rossi V., Filardo V., Chia E., 2020. Stratégies de résistance des agriculteurs familiaux face à l'avancée de l'agriculture capitaliste en Uruguay. *Cahiers Agricultures*, 29: 16. <https://doi.org/10.1051/cagri/2020014>.
- Rossignoli C.M., Di Iacovo F., Moruzzo R., Scarpellini P., 2015. Dairy cattle, livelihoods and resilience in Gaza Strip: a case study. *New Medit*, 14(1): 24-33. https://newmedit.iamb.it/share/img_new_medit_articoli/1006_24rossignoli.pdf.
- Sghaier M., Fetoui M., 2006. Le statut foncier des terres : un facteur déterminant des évolutions socio-environnementales. In: Genin D., Guillaume H., Ouessar M., Ouled Belgacem A., Romagny B., Sghaier M., Taàmallah H. (eds.), *Entre la désertification et le développement: la Jeffara tunisienne*. El Menzah / Tunis / Medenine: IRD / Cérès éditions / IRA, pp. 121-130. https://www.researchgate.net/publication/277814533_Entre_desertification_et_developpementla_Jeffara_tunisienne#fullTextFileContent.
- Shah K.U., Dulal H.B., Johnson C., Baptiste A., 2013. Understanding livelihood vulnerability to climate change: Applying the livelihood vulnerability index in Trinidad and Tobago. *Geoforum*, 47: 125-137. DOI: 10.1016/j.geoforum.2013.04.004.
- Simane B., Zaitchik B.F., Foltz J.D., 2016. Agroecosystem specific climate vulnerability analysis: application of the livelihood vulnerability index to a tropical highland region. *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change*, 21(1): 39-65. <https://link.springer.com/article/10.1007/s11027-014-9568-1>.
- Tewari H.R., Bhowmick P.K., 2014. Livelihood vulnerability index analysis: An approach to study vulnerability in the context of Bihar. *Jambá: Journal of Disaster Risk Studies*, 6(1): 1-13. DOI: 10.4102/jamba.v6i1.127.
- Valdivia C., Seth A., Gilles J.L., García M., Jiménez E., Cusicanqui J., Navia F., Yuera E., 2010. Adapting to climate change in Andean ecosystems: Landscapes, capitals, and perceptions shaping rural livelihood strategies and linking knowledge systems. *Annals of the Association of American Geographers*, 100(4): 818-834. DOI: 10.1080/00045608.2010.500198.
- Williams P.A., Crespo O., Abu M., 2020. Assessing vulnerability of horticultural smallholders' to climate variability in Ghana: Applying the livelihood vulnerability approach. *Environment, Development and Sustainability*, 22(3): 2321-2342. <https://doi.org/10.1007/s10668-018-0292-y>.