

Résilience des ménages face à l'insécurité alimentaire et au changement climatique dans les régions du centre et du nord-est de la Tunisie : Une analyse empirique

SAMAR ZAIDI*, BOUBAKER DHEHIBI**, MOHAMED ZIED DHRAIEF*,
MOHAMED ARBI ABDELADHIM***

DOI: 10.30682/nm2301b

JEL codes: Q54, R29

Abstract

With a clear decrease in the agricultural households' incomes, the increase of food and production factors prices, and the negative effects of climate change on agricultural production, smallholders' farmers are facing food insecurity challenge, especially in arid regions. The objective of this paper is to examine the resilience of households to food insecurity and to identify the determinants of this resilience in two study areas: Kairouan (in the center) and Zaghouan (in the northeast). The study relied on a cross-sectional database collected from 671 smallholder farmers. Multivariate techniques including factor analysis and linear regression models were used to measure resilience and identify its determinants. The results indicate that the levels of vulnerability and resilience are different depending on the specificity of the region. In Zaghouan, 63% of agricultural households are vulnerable, 5.5% are moderately vulnerable, 3% are resilient and 28% of households are very resilient. On the other hand, 51% of households surveyed are vulnerable in Kairouan, about 3% are moderately vulnerable, 4% are resilient and 42% of households are very resilient. The results reveal that the most important determinants of household resilience to food insecurity and climate change are "income and access to food", "ownership of assets", "access to basic services" followed by "adaptive capacity", and "Social Safety Networks". The "climate change" negatively affect household resilience and should be further investigated in the long term. Interventions must target strategies that address the different levels of resilience reflected by the resilience estimators. These estimators were generated by focusing mainly on building farmers' knowledge of how to face the different difficulties and challenge.

Keywords: Resilience index, Food insecurity, Livelihood strategies, Factor analysis, Linear regression, Rural Tunisia.

* Institut National de la Recherche Agronomique de Tunisie (INRAT - Tunisia).

** International Center for Agricultural Research in the Dry Areas (ICARDA), Tunis, Tunisia.

*** Ecole Supérieure d'Agriculture de Mograne (ESA Mograne).

Corresponding author: b.dhehibi@cgiar.org

1. Introduction

La Tunisie est le pays le plus vulnérable aux extrêmes climatiques dans la région de l'Afrique du Nord et elle est classée à la 35^{ème} place des 183 pays au niveau mondial (COP 25, 2020). Les conditions climatiques difficiles menacent la disponibilité des ressources naturelles en particulier les ressources en eau ce qui amplifie le risque sur la production et la productivité agricole (USAID, 2018). En 2050, le volume annuel des précipitations diminuera de 2 à 14% sur tout le territoire tunisien par rapport à la période 1961-1990 et la température moyenne annuelle augmentera de 1,8 jusqu'à 2,3°C par rapport à la moyenne calculée sur la période 1961-1990 (DGRE, 2016). La hausse de la température aura un impact direct sur le secteur agricole, ce qui va entraîner des pertes de récoltes et une insécurité alimentaire (AFD, 2021). L'intérieur du pays reste plus vulnérable au changement climatique par rapport aux zones côtières au niveau des deux paramètres indiqués (GIEC, 2020). L'augmentation des températures et la sécheresse entraînent une diminution des aires favorables aux céréales (blé et orge) en moyenne de 16% à l'horizon de 2100 (AFD, 2021), une baisse des troupeaux de bovins, ovins et caprins notamment dans le centre et le sud du pays (Chebbi *et al.*, 2019) et une diminution de la production de la viande rouge qui variera entre moins 12 et moins 51% entre 2050 et 2100 (AFD, 2021). Dans ce sens, les revenus provenant des exportations vont diminuer et les ménages agricoles devraient subir une baisse des revenus agricoles comprise entre 2 et 7% par an entre 2000 et 2030 (USAID, 2018). Les ménages agricoles pratiquant l'élevage seront les plus vulnérables dans la mesure où le changement climatique entraînera la dégradation des terres notamment par la diminution des aires de pâturage pour les bétails en agissant négativement sur la productivité du cheptel. Par conséquent, la baisse des superficies destinées pour le pâturage force les éleveurs à changer d'activité ou se déplacer (GIEC, 2020) en plus des changements des superficies agricoles ainsi que de l'usage des ressources en eau (Elame *et al.*, 2016), et le déficit de la balance commerciale va s'amplifier entraînant une aug-

mentation des importations des produits alimentaires et une diminution de la part des exportations de ces produits (Gafrej, 2016). Face à la vulnérabilité des ménages agricoles, l'appel à l'adaptation au changement climatique a été lancé au niveau mondial qu'au national, et plusieurs organisations internationales et des agences de développement ont mené des études et des projets de recherche sur l'impact et l'adaptation au changement climatique. Au niveau national, l'orientation était seulement vers la mitigation ou l'atténuation et l'objectif était la diminution de l'intensité carbone à l'horizon 2030 de 41% par rapport à celle de 2010. En 2018 l'idée de l'adaptation et de renforcement des capacités des populations à répondre de façon appropriée à l'impact du changement climatique et la notion de résilience a émergée dans la stratégie nationale. Dans ce sens, la Tunisie a lancé le plan national d'adaptation aux changements climatiques pour la sécurité alimentaire qui a fixé comme objectifs : la réduction de la vulnérabilité du pays aux changements climatiques, le renforcement de la capacité d'adaptation de l'activité agricole, la garantie de la sécurité alimentaire, et la protection du littoral et des ressources hydrauliques, de la santé et de l'infrastructure.

De nombreuses études ont montré que les stratégies d'adaptation au changement climatique aident les agriculteurs à acquérir une certaine capacité à faire face et à améliorer leurs conditions de vie. Bahadur et Ali (2017) ont montré que les agriculteurs au Pakistan adoptent principalement cinq stratégies d'adaptation au changement climatique, l'assurance du bétail, la vente de bétail, l'attribution de plus de terres pour le pâturage, la culture des aliments pour les bétails et la migration. Les stratégies mises en œuvre ont eu un impact positif sur le bien-être et la pauvreté des ménages. Les adoptants de l'assurance bétail ont amélioré leur production de lait et par conséquent réduit leur niveau de pauvreté de 4% par rapport aux non-adoptants. Les assurances bétail améliorent leur résilience car ils peuvent obtenir le remboursement de tout dommage causé par le choc climatique. Les agriculteurs au sud du Zimbabwe utilisent des cultures résistantes à la sécheresse avec des valeurs nutritionnelles différentes cultivées en intercalaire. Cette stratégie

a été adoptée par 100% des agriculteurs interrogés, avec d'autres stratégies comme le déplacement du bétail vers de meilleures zones de pâturage et l'agriculture de conservation.

L'étude prouve que ces stratégies aident les ménages à réduire leur vulnérabilité aux changements climatiques (Chitongo, 2019). En Afrique du Sud, les agriculteurs ont identifié certaines stratégies d'adaptation, notamment les mesures techniques, l'efficacité de l'eau, les instruments économiques, la restriction de l'utilisation de l'eau, l'amélioration des prévisions, l'amélioration des régimes d'assurance, la politique, les incitations économiques et la campagne de sensibilisation. L'étude démontre que dans la zone d'étude, la plupart de ces stratégies d'adaptation ont été efficaces. La principale stratégie utilisée par la majorité des agriculteurs était la restriction de l'utilisation de l'eau (Muthelo *et al.*, 2019). Valls Bedeau *et al.* (2021) ont identifié les principaux leviers essentiels pour faciliter l'adoption des stratégies d'adaptation par les acteurs de la région méditerranéenne qui sont : la collaboration multipartite, l'innovation technologique, les politiques et l'investissement. Plusieurs facteurs peuvent influencer les choix des ménages en matière de stratégies d'adaptation au changement climatique. Les caractéristiques personnelles des agriculteurs jouent un rôle majeur dans l'adoption de stratégies d'adaptation (Bwambale, 2015). Le genre affecte les choix des agriculteurs sur les stratégies d'adaptation, en Éthiopie, les hommes chefs de famille sont plus susceptibles de connaître les nouvelles technologies, ils utilisent généralement la diversification des cultures, la modification des dates de plantation et la plantation d'arbres, par rapport aux femmes cheffes de ménage (Gebrehiwot et van der Veen, 2013). Le travail agricole est effectué par les femmes, donc un nombre plus élevé de femmes dans le ménage conduit à une meilleure stabilité (Dhraief *et al.*, 2019). Muthelo *et al.* (2019) ont constaté que les ménages féminins s'adaptent moins facilement au changement climatique que les hommes.

L'éducation est un autre facteur important qui donne plus de chance au chef de ménage de faire face au changement climatique. Une augmenta-

tion du nombre d'années de scolarité augmente la probabilité d'utiliser la diversification des cultures, la conservation des sols, le changement des dates de plantation et l'irrigation (Gebrehiwot et van der Veen, 2013). L'éducation augmente la probabilité d'adaptation au changement climatique. Au Burkina Faso, une étude démontre que l'éducation n'exerce aucune influence sur la décision des agriculteurs en matière de stratégies d'adaptation (Yaro, 2019). Le revenu est l'un des facteurs déterminants influençant les stratégies d'adaptation, tandis qu'une augmentation des revenus non agricoles n'a pas influencé la probabilité d'adaptation aux conditions climatiques (Gebrehiwot et van der Veen, 2013). Les ménages devaient avoir un revenu afin d'adopter des stratégies d'adaptation qui coûtent de l'argent, si le revenu du ménage augmente, donc la probabilité d'adoption d'une stratégie d'adaptation augmentera également (Muthelo *et al.*, 2019). Les actifs du ménage sont considérés comme un élément important en termes de stratégies d'adaptation des ménages agricoles face à l'insécurité alimentaire (Rahut et Ali, 2018 ; Chitongo, 2019 ; Goswami *et al.*, 2018). L'appartenance à une ONG est une autre variable importante qui détermine la décision des agriculteurs en termes de stratégie d'adaptation.

Au Pakistan, Bahadur et Ali (2018) ont constaté que les ONG découragent les agriculteurs de migrer et se procurent d'autres stratégies d'adaptation, comme allouer plus de terres pour le fourrage. En Tunisie, les agriculteurs de Sidi Bouzid empruntent de l'argent à des voisins proches, vendent leur bétail et diversifient leurs activités agricoles afin de renforcer la résilience face au changement climatique (Dhraief *et al.*, 2019).

Cet article vise à mesurer et analyser la résilience des ménages agricoles dans deux gouvernorats Zaghouan et Kairouan et à identifier ses déterminants. Le ménage agricole est notre unité d'analyse et le changement climatique et l'insécurité alimentaire représentent les principaux chocs auxquels se sont exposés. Ces ménages concourent à renforcer leurs réponses face à ces chocs à travers des stratégies adaptatives bien spécifiques.

2 Matériel et méthode

2.1. Zones d'étude

L'agriculture représente l'activité principale pour la majorité des ménages agricoles dans les deux zones d'étude. Néanmoins, cette agriculture est menacée sérieusement par l'impact du changement climatique, qui va nécessairement affecter les conditions de vie de la population notamment les petits exploitants. Les deux gouvernorats ont un caractère rural et une vocation agricole. Le gouvernorat de Zaghouan appartient à l'étage bioclimatique « semi-aride » et son climat est marqué par une irrégularité de la pluviométrie et la température. L'agriculture dans le gouvernorat de Zaghouan est basée sur la céréaliculture, l'oléiculture, l'arboriculture et les cultures fourragères. Malgré son potentiel agricole et naturel, le taux de pauvreté au gouvernorat de Zaghouan avoisine une moyenne régionale de 20% et le taux de chômage est d'environ 16%. Le Gouvernorat de Kairouan est situé au Centre qui Tunisie. Il est caractérisé par un climat aride au Sud et semi-aride au Nord. L'économie de la région est basée sur le secteur agricole qui emploie environ 24% de la population active occupée. L'arboriculture est la principale activité agricole suivie par la céréaliculture, les cultures maraichères et les cultures fourragères.

2.2. Collecte de données

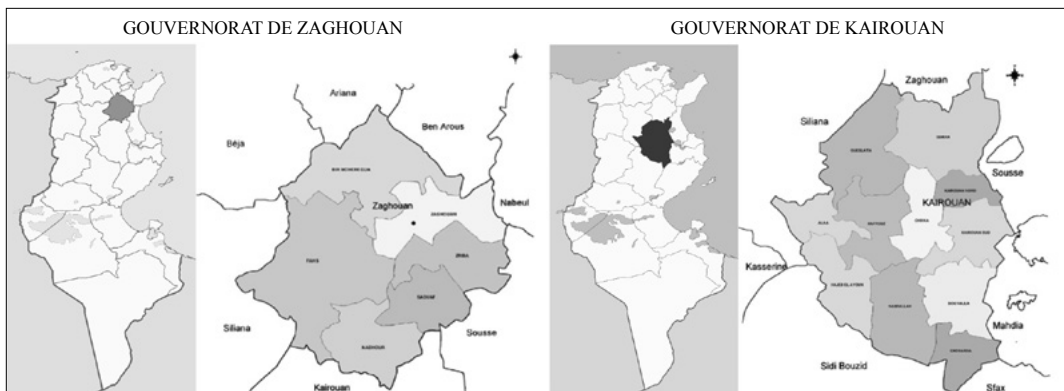
La base de données a été recueillies en 2019 dans le cadre du projet « Mind the Gap » mené par le

Centre International de Recherche Agronomique dans les Zones Sèches (ICARDA) et l'Institut National de Recherche Agronomique de Tunisie (INRAT), dans deux gouvernorats Kairouan et Zaghouan. La sélection des agriculteurs a été basée sur un échantillon aléatoire prédéfini. Les ménages ont été identifiés sur la base des deux critères à savoir la possession de 0-5 ha de terres et la possession de 1-50 des petits ruminants. Les villages où au moins 10 ménages agricoles remplissaient ces deux critères ont été sélectionnés. Par suite, 10 ménages d'un même village ont été regroupés, de sorte que 70 villages comptant chacun environ 10 ménages agricoles ont été sélectionnés dans les deux gouvernorats. L'échantillon total comptait finalement 671 ménages partagés à raison de 217 ménages à Zaghouan et 454 ménages à Kairouan.

2.3. Cadre conceptuel

La résilience est la capacité des individus, des ménages, des communautés et des pays à absorber les chocs, à s'adapter à un environnement changeant (FAO, 2018). Elle vise à améliorer la capacité des personnes à résister aux chocs et aux stress futurs (Frankenberger et Nelson, 2013). Le cadre analytique utilisé dans cet article est basé sur l'analyse de la résilience des ménages agricoles face au changement climatique moyennant le modèle RIMA conçu par l'FAO et testé dans plusieurs pays ; Nicaragua (Ciani, 2012), Burkina Faso (Kozłowska *et al.*, 2015) ; Oganda et Mali (d'Errico et Di Giuseppe, 2016). La résilience des ménages au changement climatique est un indice

Figure 1 - Sites de l'étude.



Source : CGDR.

estimé en fonction de sept indicateurs latents qui sont déterminés à partir des variables observées.

L'indice de résilience (IR) du ménage peut s'exprimer mathématiquement comme suit :

$$IR = f(RAA, ASB, CA, RSS, PA, S, CC)$$

Le Tableau 1 présente les définitions de chaque indicateur latent selon la FAO, et les variables observées utilisées pour estimer chaque indicateur latent.

Le cadre analytique de la mesure de la rési-

Tableau 1 - Indicateurs latents selon le modèle RIMA de la FAO (2010, 2016a/b, 2018).

<i>Définition des indicateurs latents</i>	<i>Variables observées utilisées</i>
<i>Revenu et l'accès à l'alimentation (RRA)</i> : variable liée à la capacité de ménage à avoir accès à l'alimentation.	<ul style="list-style-type: none"> - Repas pris en dehors du ménage. - L'accès à l'alimentation : Nombre des produits alimentaires consommés pendant la semaine dernière (de 1 à 16). - Nourriture consommée par le ménage pendant le mois dernier (Montant). - Les aliments autoproduits : les aliments qui sont cultivés ou élevés par le ménage dans sa propre ferme (de 0 à 16). - Dépense alimentaire par membre par semaine.
<i>Capacité d'adaptation (CA)</i> : la capacité d'un ménage à s'adapter à une nouvelle situation et à développer de nouvelles stratégies de subsistance.	<ul style="list-style-type: none"> - Les actifs : nombre des actifs agricoles et non agricoles que le ménage possède. - Ratio de dépendance : taille de ménage / nombre des personnes actifs. - L'âge du chef de ménage. - Les stratégies d'adaptation utilisées par chaque ménage : des valeurs entre 0 et 18.
<i>Possession d'actifs (PA)</i> : Les actifs comprennent les actifs productifs et non productifs. La possession d'actifs est un facteur déterminant pour avoir une idée sur le niveau de vie des ménages.	<ul style="list-style-type: none"> - Taille de troupeau : nombre des têtes des animaux possédés par le ménage. - Terres : superficie en hectares des terres possédées par le ménage. - Les actifs agricoles : nombre des actifs agricoles possédés par le ménage (de 1 à 19). - Les actifs non agricoles : nombre des actifs à la maison (de 1 à 16). - La maison : valeur en dinars de la maison possédée par le ménage.
<i>Accès aux services de bases (ASB)</i> : montre la capacité d'un ménage à répondre aux besoins de base et l'accès/utilisation efficace des services de bases. Cette dimension est un aspect fondamental de la résilience, il reflète la capacité de générer des revenus des actifs.	<ul style="list-style-type: none"> - Distance au marché du village. - Distance au marché des matières premières en Kilomètres. - Distance au marché agricole en Kilomètres. - Distance au centre de santé de base en Kilomètres. - Distance à l'école en Kilomètres. - Distance au collège en Kilomètres. - Distance aux services de vulgarisation en Kilomètres.
<i>Stabilité (S)</i> : mesure la stabilité de l'accès à l'alimentation en se basant sur les caractéristiques du ménage.	<ul style="list-style-type: none"> - Taille du ménage. - Nombre des membres du ménage qui travaillent en dehors de la ferme. - Expérience agricole du chef de ménage (années). - Niveau d'instruction du chef de ménage.
<i>Réseaux de sécurité sociale (RSS)</i> : cette variable mesure la capacité des ménages à accéder à l'assistance fournie par des agences internationales, des œuvres de bienfaisance et des ONG, ainsi qu'à l'aide de parents et d'amis, il désigne tout transfert formel et informel fournissant des liquidités pour générer des revenus supplémentaires.	<ul style="list-style-type: none"> - Emprunter de l'argent des membres de la famille, des amis et des voisins et (Oui/Non). - Transfert gouvernemental (Oui/Non). - Rémittance, Cadeaux, Transfert (Oui/Non). - Dépendance des autres pour adopter une technologie (Oui/Non). - Commerce des produits agricoles (Oui/Non).
<i>Changements climatiques (CC)</i> : variable estimée par les observations des ménages faites sur la fréquence des chocs climatiques observés au cours des deux dernières années.	<ul style="list-style-type: none"> - Sécheresse observée (Oui/Non). - Elévation de température observée (Oui/Non). - Tempête de grêle observée (Oui/Non). - Vent ou Sirocco observé (Oui/Non). - Inondations observées (Oui/Non).

lience face aux changements climatiques est illustré dans la Figure 2. Dans un contexte bien déterminé (climat, culturel, social, politique, etc.), le modèle RIMA suppose que la résilience d'un ménage dépend de quelques options (actifs, accès aux services de base, réseaux de sécurité sociale, etc.) essentielles à la survie des ménages (Alinovi *et al.*, 2009). Un choc peut se produire et en réponse à ce choc, les ménages réagissent par les mécanismes de réponses disponibles selon les indicateurs de la résilience.

Les ménages agricoles sont ainsi distingués selon le niveau de résilience. Par ailleurs, les variables observées sont recueillies à travers un questionnaire pour estimer les indicateurs latents (les sept indicateurs de la résilience) et calculer l'indice de résilience (IR) qui permet d'indiquer la position relative du ménage sur le continuum résilience- vulnérabilité sur quatre niveaux de résilience : vulnérable ($IR < 0,100$), Moyennement vulnérable ($0,100 \leq IR < 0,250$), résilient ($0,250 \leq IR < 0,500$) et très résilient ($IR \geq 0,500$) (Guyu et Muluneh, 2015).

2.4. Modèle empirique

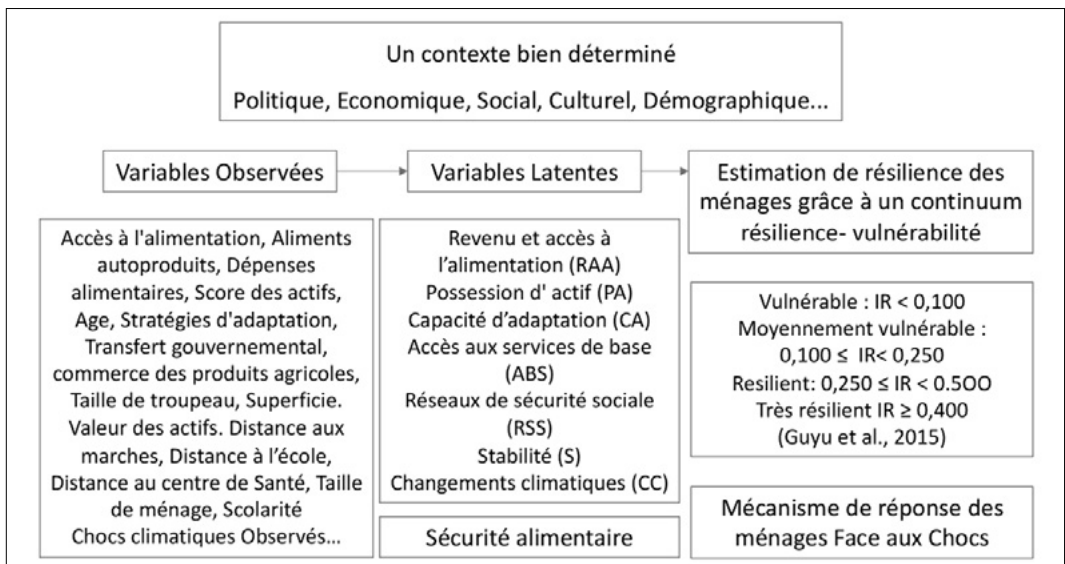
L'étude de la résilience nécessite la sélection de facteurs pertinents de résilience à un choc particulier (Burton, 2012). Le but de cet article est de sélectionner et d'analyser

des variables qui constituent l'indice de résilience. Les méthodes statistiques utilisées pour sélectionner les variables et estimer l'indice de résilience ont été réalisées à l'aide de techniques multivariées (Alinovi *et al.*, 2008). Cinq étapes générales pour la construction de l'indice (y compris l'indice de résilience) sont identifiées comme suit : élaboration d'un cadre théorique ; identifier et développer des variables pertinentes ; normalisation pour permettre la comparaison ; pondération et agrégation des variables ; et effectuer des mesures d'incertitude pour évaluer la robustesse des variables (Burton, 2012). Dans cet article, des techniques quantitatives sont utilisées pour mesurer la résilience des ménages face à l'insécurité alimentaire. SPSS version 20 était l'outil utilisé pour effectuer l'analyse. Le modèle empirique utilisé pour prédire la résilience des ménages IR est le suivant :

$$IR = \vartheta + \beta_1PA + \beta_2ASB + \beta_3AC + \beta_4CC + \beta_5RAA + \beta_6RSS$$

Où IR = résilience des ménages; ϑ = constant ; β_1-6 = coefficient de chaque variable, Bêta est le coefficient qui détermine l'importance relative de chaque indicateur latent dans la détermination de la variable dépendante qui est la résilience des ménages à l'impact du changement climatique.

Figure 2 - Cadre analytique de l'étude (Inspiré de Alinovi *et al.*, 2009).



3. Résultats et discussion

3.1. Revenu et accès à l'alimentation

Les variables observées utilisées sont des variables continues d'où le recours à une analyse factorielle afin d'estimer l'indicateur RAA en utilisant la méthode d'analyse en composantes principales avec une rotation Promax et de la méthode de notation proposée par Bartlett (1937).

La mesure de l'adéquation de l'échantillonnage Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) est de l'ordre de 0,567 ce qui indique que la distribution des valeurs est adéquate pour exécuter une analyse factorielle. Cela correspond bien à la suggestion de Field (2005) qui valide cette analyse si le test KMO est > 0,5. Par ailleurs, le test de Bartlett est évalué et il est significatif puisque le résultat de cette étude montre que $p=0,000$ ($<0,05$) et khi-deux = 590,894 ce qui suggère que l'analyse factorielle était appropriée aux données disponibles pour l'étude. Toutes les variables observées sont corrélées positivement, ce qui signifie qu'une augmentation de chacune d'elles augmente le niveau de revenu et d'accès à l'alimentation. L'indicateur RRA est corrélé surtout avec la variable « Accès à l'alimentation » qui présente le nombre des produits alimentaires consommés pendant la semaine dernière avec un coefficient de l'ordre de 0,784. La taille relative de la charge factorielle de chaque variable est très importante et il doit être considéré dans l'élaboration des politiques et des stratégies de développement. Plus la charge est élevée, plus cette variable est importante et a un impact sur l'indice de résilience. La formule de l'indicateur latent RRA s'écrit de la manière suivante :

$$RAA = ((FAC1 * 1,977) + (FAC2 * 1,221)) / 2$$

3.2. Capacité d'adaptation

Le Tableau 3 montre que la mesure de l'adéquation de l'échantillonnage KMO est de l'ordre de 0,492 et le test de sphéricité de Bartlett est significatif (valeur $p = 0,000$, Khi carré = 77,174). Ces résultats indiquent que notre échantillon présenté dans le Tableau 3 convient à cette analyse factorielle. Trois des variables observées sont corrélées positivement avec l'indicateur latent

Tableau 2 - Charges des facteurs de corrélation des variables transformées avec RRA.

Indicateurs de RAA	Corrélation avec RAA
Repas pris en dehors du ménage	0,538**
Accès à l'alimentation	0,784**
Nourriture consommée par le ménage pendant le mois dernier	0,567**
Aliments autoproduits	0,520**
Dépense alimentaire pendant la semaine dernière par membre	0,523**
<i>Mesure de précision de l'échantillonnage de KMO : 0,567.</i> <i>Test de sphéricité de Barlett ; p = 0,000 ; Khi-deux approximé = 590,894.</i> <i>Méthode d'extraction : analyse en composante principales ** significative au niveau de 0,01.</i>	

Tableau 3 - Charges des facteurs et corrélation des variables transformées avec CA.

Indicateurs de CA	Corrélation avec CA
Actifs	0,434**
Ratio de dépendance	0,422**
Age du chef de ménage	- 0,657**
Stratégies d'adaptation	0,633**
<i>Mesure de précision de l'échantillonnage de KMO : 0,492.</i> <i>Test de sphéricité de Barlett ; p = 0,000 ; khi-deux approximé = 77,174.</i> <i>Méthode d'extraction : analyse en composante principales ** significative au niveau de 0,01.</i>	

CA, ce qui indique que toute augmentation de ces variables augmente la capacité d'adaptation.

Seulement la variable « âge du chef de ménage » est corrélée négativement donc lorsqu'elle diminue le niveau de la capacité d'adaptation augmente. L'âge signifie généralement l'expérience qui joue un rôle principal dans la perception et l'adaptation au changement climatique. Néanmoins, cette variable désigne aussi la capacité à prendre le risque et à accepter le changement. Généralement les plus jeunes sont plus aptes à essayer de nouvelles technologies ou à construire de nouvelles stratégies d'adaptation. Les chefs de ménage de différents âges n'agissent pas par la même manière. Les ménages avec des chefs plus âgés préféreraient vendre leur bétail en réponse

aux risques climatiques, tandis que les ménages avec des chefs de ménages plus jeunes avaient tendance à opter pour une assurance bétail, l'allocation de plus de terres pour le fourrage et la migration (Bahadur et Ali, 2018). La formule de l'indicateur latent s'écrit comme suit :

$$CA = ((FAC1 * 1,259) + (FAC2 * 1,218)) + / 2$$

3.3. Possession d'actif

Puisque toutes les variables observées sont continuées, une analyse factorielle a été réalisée en utilisant la méthode d'analyse en composante principale avec une rotation Promax et la méthode de notation de Barlett. La mesure de l'adéquation de l'échantillonnage KMO est de l'ordre de 0,527 et le test de sphéricité de Bartlett est significatif (valeur $p = 0,000$, Khi carré = 129,373).

Ces résultats (Tableau 4) indiquent que notre échantillon convient à cette analyse factorielle. Toutes les variables sont corrélées positivement avec l'indicateur latent « Possession des actifs ». Les variables « taille du troupeau » et « Les actifs agricoles et non agricole » sont les plus corrélées avec PA indiquant que les ménages sont plutôt favorables à vendre les actifs pour faire face à l'impact du changement climatique. Les actifs du ménage est une autre variable importante, les agriculteurs disposant de plus d'actifs avaient plus de choix, ils ne choisissent pas de vendre leur bétail pour faire face au changement climatique, ils allouent principalement plus de surface pour nourrir leur bétail (Bahadur et Ali, 2018). Les ménages avec moins d'actifs sont plus vulnérables au changement climatique et ils ont moins de choix des stratégies d'adaptation (Chitongo, 2019), notamment au Bihar en Inde, les agriculteurs vendent des actifs comme stratégie d'adaptation pour faire face aux conditions climatiques difficiles (Yaro, 2019).

La taille du troupeau a un coefficient très élevé indiquant que plus la taille du troupeau est élevée plus nous avons la possibilité d'améliorer l'indicateur latent PA et plus le ménage est apte à être résilient face au changement climatique. La formule de l'indicateur latent PA s'écrit comme suit :

$$PA = ((FAC1 * 1,486) + (FAC2 * 1,037) + (FAC3 * 0,951)) / 3$$

Tableau 4 - Charges des facteurs et corrélation des variables transformées avec PA.

Indicateurs de PA	Corrélation avec PA
Taille du troupeau	0,771**
Terre totale en Ha	0,148**
Actifs agricoles	0,445**
Actifs non agricoles	0,609**
Valeur de la maison	0,263**
<i>Mesure de précision de l'échantillonnage de KMO : 0,527.</i>	
<i>Test de sphéricité de Barlett ; $p = 0,000$; Khi-deux approximé = 129,373.</i>	
<i>Méthode d'extraction : analyse en composante principales ** significative au niveau de 0,01.</i>	

Tableau 5 - Charges des facteurs et corrélation des variables transformées avec ASB.

Indicateurs de ASB	Corrélation avec ABS
Distance au marché du village	0,772**
Distance au marché de la matière première	0,788**
Distance au marché agricole	0,770**
Distance au centre de santé de base	0,372**
Distance à l'école primaire	0,484**
Distance au collège	0,837**
Distance au service de vulgarisation	0,850**
<i>Mesure de précision de l'échantillonnage de KMO : 0,842.</i>	
<i>Test de sphéricité de Barlett ; $p = 0,000$; Khi-deux approximé = 2611,161.</i>	
<i>Méthode d'extraction : analyse en composante principales ** significative au niveau de 0,01.</i>	

3.4. Accès aux services de base

Etant donnée que les variables observées sont des variables continues, une analyse factorielle a été effectuée pour estimer l'indicateur ABS en utilisant la méthode d'analyse en composantes principales. La Mesure de l'adéquation de l'échantillonnage Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) est de l'ordre de 0,842 ce qui indique que la distribution des valeurs est adéquate pour exécuter une analyse factorielle. Le test de Bartlett est significatif ($p=0,000$ ($<0,05$) et khi-deux = 2611,161) ce qui

suggère que l'analyse factorielle était appropriée aux données disponibles pour l'étude.

Toutes les variables sont corrélées positivement avec l'indicateur latent ASB et sa formule s'écrit comme suit :

$$ASB = ((FAC1 * 3,829) + (FAC2 * 1,157)) / 2$$

3.5. Stabilité

Les quatre variables observées sont des variables continues. Une analyse factorielle a été ainsi effectuée en utilisant la méthode d'analyse en composante principale avec une rotation Promax et la méthode de notation par Bartlett. On remarque que la mesure de l'adéquation de l'échantillonnage Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) est de l'ordre de 0,499. Le test de sphéricité de Bartlett est significatif (valeur $p = 0,000$, khi carré = 94,159). Ces résultats indiquent que notre échantillon convient à cette analyse factorielle.

Toutes les variables sont corrélées positivement avec l'indicateur latent « stabilité » à l'exception de la variable « expérience agricole ». La variable « membres qui travaillent en dehors de la ferme » possède la corrélation la plus élevée indiquant que le revenu hors ferme offre au ménage plus de stabilité face à l'insécurité alimentaire. La formule de S s'écrit comme suit :

$$S = ((FAC1 * 1,363) + (FAC2 * 1,002)) / 2$$

3.6. Réseaux de sécurité sociale

Les variables observées pour générer les indicateurs latents étaient des variables dichotomiques donc une mise à l'échelle optimale a été réalisée pour estimer l'indicateur latent RSS en transformant les variables observées.

Les analyses montrent que alpha de Cronbach est supérieur à 0,7, ce qui indique un niveau de cohérence interne significatif et acceptable, pour notre échelle avec l'échantillon présenté dans le Tableau 7. La corrélation des variables « emprunter de l'argent » et « commerce des produits agricoles », est négative avec l'indicateur latent RSS, sa formule pour l'estimation de la résilience globale des ménages se présente comme suit :

$$RSS = ((FAC1 * 1,201) + (FAC2 * 1,136)) / 2$$

Tableau 6 - Charges des facteurs et corrélation des variables transformées avec S.

Indicateurs de S	Corrélation avec S
Taille de la famille	0,299**
Membres qui travaillent en dehors de la ferme	0,573**
Expérience agricole	- 0,603**
Les années de scolarité	0,674**
<i>Mesure de précision de l'échantillonnage de KMO : 0,499.</i>	
<i>Test de sphéricité de Barlett ; p= 0,000 ; Khi-deux approximé = 94,159.</i>	
<i>Méthode d'extraction : analyse en composante principales ** significative au niveau de 0,01.</i>	

Tableau 7 - Charges des facteurs et corrélation des variables transformées avec RSS.

Indicateurs de RSS	Corrélation avec RSS
Emprunter de l'argent de la communauté	- 0,729 **
Transfert gouvernemental	0,531**
Rémittance/Cadeaux / Transfert	0,299**
Dépendance des autres pour adapter une technologie	0,484**
Commerce des produits agricoles	- 0,181
<i>Total Alpha de Cronbach = 0,715a.</i>	
<i>a = la valeur total Alpha de Cronbach est basée sur la valeur propre totale.</i>	
<i>** Corrélation est significative au niveau de 0,01.</i>	

3.7. Changements climatiques

Les variables observées pour générer l'indicateur latent sont des variables dichotomiques, non continues, donc une mise à l'échelle optimale a été réalisée pour estimer l'indicateur latent CC. Les analyses présentées dans le Tableau 8 montrent que alpha de Cronbach est d'environ 0,818 ce qui indique un niveau élevé de cohérence interne pour notre échantillon spécifique.

Les variables ont des corrélations significatives avec l'indicateur latent CC. Nous remarquons que toutes les variables ont des corrélations positives à l'exception de la variable « sécheresse ». Ceci semble s'expliquer par le fait que la sécheresse est devenue un constat

Tableau 8 - Charges des facteurs et corrélation des variables transformées avec CC.

Indicateurs de CC	Corrélation avec CC
Sécheresse	- 0,267**
Elévation de température	0,556**
Grêle	0,644**
Sirocco	0,723**
Inondation	0,550**
<i>Total Alpha de Cronbach=0,818a.</i> <i>a = la valeur total Alpha de Cronbach est basée sur la valeur propre totale.</i> <i>** Corrélation est significative au niveau de 0,01.</i>	

Tableau 9 - Charges des facteurs et corrélation des indicateurs latents avec IR.

Indicateurs de IR	Corrélation avec IR
RSS	0,156**
PA	0,598**
ASB	0,458**
S	0,459**
CA	0,508**
CC	- 0,204**
RAA	0,600**
<i>Mesure de précision de l'échantillonnage de KMO : 0,537.</i> <i>Test de sphéricité de Barlett ; p= 0,000 ; Khi-deux approximé = 352,083.</i> <i>Méthode d'extraction : analyse en composante principales ** significative au niveau de 0,01.</i>	

quotidien pour les ménages agricoles. La formule utilisée pour estimer l'indicateur latent CC est la suivante :

$$CC = (FAC1 * 1,812) + (FAC2 * 1,083) / 2$$

3.8. Estimation de l'indice global de résilience

L'indice global de résilience IR de chaque ménage est estimé en appliquant une analyse factorielle à l'aide de la méthode de factorisation selon l'axe principal avec rotation Promax et la méthode de notation de Barlett des indicateurs latents (variables latentes) déjà estimés. L'indice de résilience est construit en calculant la somme

pondérée des trois premiers facteurs par la formule suivante :

$$IR = (FAC1 * 1,699) + (FAC2 * 1,336) + (FAC3 * 1,014)$$

D'après le Tableau 9, le modèle montre que les trois premiers facteurs présentent environ 58% de la variance totale. Les statistiques KMO pour le modèle est de 0,537 et le test de sphéricité de Barlett est significatif et il est de 352,083.

Tous les indicateurs latents estimés sont positivement corrélés avec l'indice de résilience à l'exception de la variable « changement climatique » qui présente une corrélation négative de l'ordre de -0,204. Les indicateurs RAA et PA présentent les corrélations positives la plus élevés avec l'indice de résilience. Ceci indique que toute amélioration au niveau de revenu généré par les ménages, au niveau de possession des actifs et au niveau de l'accès à l'alimentation, va renforcer durablement la résilience des ménages agricoles dans les deux gouvernorats Zaghouan et au Kairouan, face à l'impact du changement climatique. Également, toute intervention visant l'amélioration de l'accès aux services de base va agir positivement sur le niveau de résilience des ménages.

Cependant, l'atténuation des chocs climatiques va affecter positivement l'indice de résilience. Dans ce sens, l'adoption des ménages agricoles de l'agriculture de conservation et des nouvelles technologies liées à l'économie d'eau ou l'utilisation de variétés adaptées à la sécheresse, pourra améliorer considérablement leur résilience face aux chocs climatiques.

3.9 Typologie des ménages selon l'indice de résilience

L'indice de résilience IR est une mesure relative du niveau de résilience des ménages ou de leur vulnérabilité à l'insécurité alimentaire. Cet indice montre l'augmentation ou la diminution relative du niveau de résilience chez les sujets étudiés.

Le Tableau 10 montre que 54,7% des ménages agricoles dans les deux régions d'études sont vulnérables. Par région, 51% des ménages interrogés à Kairouan sont vulnérables, environ 3% sont moyennement vulnérables, 4% sont résilients et 42% des ménages sont très résilients. Cependant,

Tableau 10 - Typologie des ménages selon l'indice de résilience par gouvernorat.

Gouvernorat	Mesures	Classement des ménages par l'indice de résilience				Total
		Vulnérable	Moyennement Vulnérable	Résilient	Très résilient	
Kairouan	Effectif	230	12	17	195	454
	Pourcentage (%)	50,66	2,64	3,74	42,02	68
Zaghouan	Effectif	137	12	7	61	217
	Pourcentage	63,13	5,52	3,22	28,11	32
Total	Effectif	367	24	24	256	671
	Pourcentage (%)	54,70	3,57	3,57	38,15	100

63% des ménages interrogés à Zaghouan sont vulnérables, environ 5,5% sont moyennement vulnérables, 3% sont résilients et 28% des ménages sont très résilients. Ce constat pourra être expliqué par les spécificités agricoles et socioéconomiques des deux régions. Les deux gouvernorats sont à vocation agricole et à caractère rural donc généralement l'agriculture est la seule source de revenu pour les ménages agricoles. L'effet des aléas climatiques notamment la sécheresse et des stratégies de développement inadaptées aux besoins de la population rurale ont accentué la vulnérabilité des ménages agricoles et l'exode des jeunes vers les autres secteurs de l'économie tels que le tourisme et l'industrie. L'analyse descriptive de notre échantillon montre que plus de 90% des chefs des ménages interrogés dans les deux gouvernorats affirment qu'en plus de la forte sécheresse vécue pendant les deux années dernières, ils ont subi des chocs économiques très intenses, citant la forte augmentation des prix des intrants agricoles et la forte augmentation des prix des aliments de consommation associés à la stagnation ou la diminution des prix de vente des produits agricoles. Les pourcentages des ménages vulnérables et résilients se diffèrent d'un gouvernorat à l'autre. Cette différence entre les deux gouvernorats peut être expliquée par le degré de manifestation des aléas climatiques par région. Le gouvernorat de Kairouan a subi une augmentation des températures et une diminution des quantités de pluies très remarquable par rapport à Zaghouan. Ainsi, les ménages à Kairouan ont vécu d'une manière plus intense les aléas climatiques que ceux de Zaghouan et sont exposés à une vulnérabilité plus importante. Les résultats ont montré que les ménages à Kairouan ont des superficies plus grandes

que ceux à Zaghouan. Environ 77% des ménages à Zaghouan ont une superficie de moins de 5 ha contre 63% à Kairouan. En plus, environ 33% des ménages à Kairouan ont une superficie entre 5ha et 20 ha contre 20% seulement à Zaghouan. Ceci pourrait expliquer le pourcentage des ménages résilients plus élevé à Kairouan qu'à Zaghouan. Concernant la possession des actifs, 20% des ménages à Kairouan possèdent une camionnette contre seulement 10% à Zaghouan. Ce moyen de transport facilite aux ménages l'accès aux services de bases et aussi l'accès au marché soit pour acheter les intrants agricoles ou pour la commercialisation des produits agricoles de la ferme et l'amélioration de revenu. Les indicateurs latents « revenu et accès à l'alimentation » et « accès aux services de base » sont parmi les indicateurs qui améliorent en premier lieu l'indice de capacité de résilience, donc la possession d'un moyen de transport améliore considérablement la résilience des ménages ce qui pourra expliquer le pourcentage élevé des ménages résilients au gouvernorat du Kairouan par rapport à Zaghouan. De plus, le pourcentage des ménages qui possèdent des équipements hydrauliques d'irrigation est plus élevé à Kairouan qu'à Zaghouan ; 30% contre 10%. Ceci montre l'existence de plus de surfaces irriguées à Kairouan qu'à Zaghouan. Dans un contexte de sécheresse et d'insuffisance et irrégularité des précipitations, l'irrigation devient un facteur très important pour maintenir la production agricole et diminuer sa dépendance aux facteurs climatiques et par la suite la stabilisation des revenus agricole. L'irrigation améliore les conditions de vie des ménages ; elle permet la diversification de la production donc la minimisation de risque et elle facilite l'accès à l'alimentation. Ainsi, le ménage

peut produire en déclinant les aléas climatiques pour vendre, générer du revenu et garantir sa nourriture et par conséquent améliorer sa capacité de résilience aux chocs. L'irrigation permet également de garantir la diversification des revenus en offrant aux ménages agricoles plus de stratégies d'adaptation face à l'insécurité alimentaire et à l'impact du changement climatique.

Les sept indicateurs latents que nous avons estimé et étudié précédemment ont contribué à construire l'indice de résilience et ils ont un impact très important sur le niveau de résilience des ménages, mais ils n'ont pas le même impact, certains ont un impact plus important que d'autres. Pour identifier et quantifier l'impact de chaque indicateur latent, une analyse de régression linéaire a été menée à l'aide de l'algorithme des moindres carrés ordinaires (MCO), qui présente l'impact sous forme de coefficient normalisé Bêta. Les scores des indicateurs latents de la résilience ont été utilisés comme les variables indépendantes ou explicatives, et l'indice de résilience comme variable dépendante, c'est à dire l'indice de résilience va être expliqué par les indicateurs latents (PA, CA, ASB, S, CC, RAA, RSS). Pour éviter le problème de colinéarité au cours de la régression linéaire, la variable « stabilité » a été supprimée de l'équation de l'indice de résilience. Le modèle empirique utilisé pour prédire la résilience des ménages IR est le suivant :

$$IR = \hat{\delta} + \beta_1 PA + \beta_2 ASB + \beta_3 AC + \beta_4 CC + \beta_5 RAA + \beta_6 RSS$$

Où IR = résilience des ménages ; $\hat{\delta}$ = constant ;

β_1-6 = coefficient de chaque variable, Bêta est le coefficient qui détermine l'importance relative de chaque variable latente dans la détermination de la variable dépendante qui est la résilience des ménages à l'impact du changement climatique. D'après le Tableau 11, nous remarquons que les indicateurs latents « revenu et accès à l'alimentation » (bêta = 0,418), « accès aux services de base » (bêta = 0,414), et « Possession d'actifs » (bêta = 0,413) sont les plus déterminants du modèle de régression. Les indicateurs « Capacité d'adaptation » (bêta = 0,385), « changement climatique » (bêta = -0,222) et « réseau de sécurité sociale » (bêta = 0,039) agissent sur la résilience des ménages agricoles avec une importance moindre. Dans ce sens, une augmentation de 0,418 unités de la variable revenu et accès à l'alimentation d'un ménage agricole augmente sa résilience d'un écart-type. Alors qu'une diminution de 0,222 unités de la variable Changement Climatique des ménages augmente la résilience d'un écart-type.

3.10. Déterminants de la résilience des ménages

Concernant les indicateurs latents « le revenu et l'accès à l'alimentation » et « accès aux services de base », nos résultats confirment les résultats de Guyu et Muluneh (2015) et Dhraief *et al.* (2019). Pour les actifs, les résultats sont en accords avec Boukary *et al.* (2016) et Kebede *et al.* (2016). Cependant, ce résultat est contradictoire avec Guyu et Muluneh (2015) qui in-

Tableau 11 - Importance relative de chaque indicateur latent dans la résilience des ménages.

Model		Coefficients non standardisés		Coefficients standardisés	T	Sig.	Statistiques de colinéarité	
		B	Erreur Standard	Bêta			Tolérance	VIF
1	(Constante)	-0,001	0,024		-0,026	0,979		
	PA	1,444	0,037	0,413	39,136	0,000	0,887	1,127
	ASB	0,495	0,012	0,414	41,635	0,000	0,995	1,005
	CA	1,077	0,032	0,385	33,670	0,000	0,752	1,329
	CC	-0,504	0,023	-0,222	- 22,242	0,000	0,985	1,015
	RAA	0,859	0,022	0,418	39,695	0,000	0,889	1,124
	RSS	0,235	0,068	0,039	3,477	0,001	0,765	1,307

diquent que la résilience des ménages augmente temporairement par la cession d'actifs qui pourrait affecter négativement leurs stocks. En ce qui concerne les réseaux de sécurité sociale, les résultats confirment ceux de Szabo *et al.* (2015), Guyu et Muluneh (2015), Boukary *et al.* (2016), Kebede *et al.* (2016). En ce qui concerne la capacité d'adaptation, nos résultats sont en accord avec Szabo *et al.* (2015), Guyu et Muluneh (2015), Kebede *et al.* (2016). En outre, Boukary *et al.* (2016) montrent que la capacité d'adaptation affecte négativement la résilience en raison du faible accès au crédit et du nombre limité de sources de revenus des ménages.

4. Conclusion et implications politiques

Cette recherche montre un niveau de vulnérabilité assez important des ménages agricoles face à l'insécurité alimentaire de l'ordre de 58%. Pour remédier à cette situation, les ménages ont eu recours à des stratégies adaptatives courantes comme la vente des animaux, l'emploi non agricole et l'emprunt d'argent des amis, voisins et parents. Néanmoins, ces stratégies sont insuffisantes pour assurer une sécurité alimentaire des ménages ruraux et faire face aux chocs climatiques, économiques et sanitaires.

Les résultats montrent que le revenu et l'accès à l'alimentation (RAA), l'accès aux services de base (ASB) et la possession d'actifs (PA) sont les déterminants les plus importants de la résilience des ménages agricoles face à l'insécurité alimentaire et devraient être ciblés lors de la planification des stratégies de développement. De plus, il ne faut pas sous-estimer le rôle des dimensions de la résilience ayant joué un rôle intermédiaire (CA) et celle ayant une importance à long terme (RSS). Confrontés à plus d'un défi notamment la détérioration accélérée des ressources naturelles en plus de l'épuisement du modèle de développement du secteur agricole, il est indispensable de mettre en œuvre de nouvelles politiques agricoles et alimentaires appropriées pour les régions de Zaghouan et de Kairouan. Les efforts d'intervention visant à améliorer la capacité de résilience des ménages devraient tenir compte des spécificités agricoles et socioéconomiques des deux gouvernorats.

Les interventions politiques devraient renforcer les connaissances des ménages agricoles sur les risques liés au changement climatique sur leur sécurité alimentaire et des différentes stratégies d'adaptation applicables en situation de pénurie alimentaire. Différentes stratégies et approches d'adaptation devraient être adoptées en tenant compte des estimateurs de résilience analysés dans cette étude.

La dimension « revenu et accès à l'alimentation » est la variable la plus déterminante dans la résilience des ménages face à l'insécurité alimentaire. Cette variable latente est fortement corrélée avec la variable « accès à l'alimentation ». Des stratégies telles que la création d'opportunités pour des activités génératrices de revenus non agricoles, en particulier pour les jeunes, devraient être incluses dans tout programme et toute intervention politique dans les zones d'étude. Également, des stratégies centrées sur la valorisation des produits de terroir authentiques des régions doivent être développées. Dans ce sens, L'Etat doit encourager les petits agriculteurs, puis qu'ils sont les plus vulnérables, à améliorer leur revenu par la facilité d'accès aux crédits pour créer des petits projets. Parmi les stratégies qui peuvent aider les acteurs pauvres à améliorer leur revenu, il y a la création de marchés locaux proches des ménages pauvres, situés à proximité de l'endroit où ils vivent. Examinant la dimension « réseaux de sécurité sociale », nous remarquons la faible importance des réseaux de solidarité sociale au sein de la communauté rurale des deux régions notamment en termes d'emprunt d'argent et de nourriture. Également, l'appartenance des chefs de ménage à des organisations professionnelles (association, groupe politique, ONG, etc.) était très restreinte. Ce résultat suggère la nécessité de se concentrer sur le développement d'organisations de producteurs et d'associations de ménages agricoles, qui contribueront à l'amélioration de leur qualité de vie. L'association des services agricoles mutuels (SMSA) est défini par la loi 2005 relative aux SMSA, comme étant des sociétés à capital et actionnaires variables constituées par des personnes physiques et ou morales exerçant une activité d'exploitation agricole, de pêche ou de prestation de services

agricoles dans la zone d'intervention de la société. La SMSA est la meilleure alternative pour le regroupement des petits exploitants agricoles. Cette organisation pourrait jouer un rôle important pour soutenir financièrement les ménages agricoles pauvres en garantissant un système de crédit simple et attractif, permettant aux familles d'acheter des produits ménagers et alimentaires indispensables. Belhaj Rhouma et Ahmed (2018) considèrent les SMSA comme une sorte d'entreprise sociale et solidaire qui permet à un groupe d'individus de mettre en place un système économique et social pour répondre à la majorité des besoins de ce groupe d'individus (activité de production, de service, partage de profit, sécurité sociale...). Les SMSA peuvent contribuer à la formation, la valorisation de produits agricoles et par le fait même à la création d'emplois chez les jeunes et les femmes en milieu rural dans ce domaine (Giguère, 2016).

En ce qui concerne la possession d'actifs, il est essentiel d'inciter les ménages agricoles à une bonne gestion des actifs à travers des formations ciblées. Les stratégies liées à l'amélioration du savoir-faire des agriculteurs sur la gestion des terres et du bétail sont fortement recommandées. Par ailleurs, les résultats indiquent que le changement climatique (CC) a un impact significatif et négatif sur la résilience des ménages face à l'insécurité alimentaire. L'adaptation des ménages autonomes était insuffisante pour faire face de manière adéquate aux menaces posées par le changement climatique. Les interventions pourraient consister, par exemple, à subventionner davantage les variétés hautement adaptables à la sécheresse, ou à mettre en œuvre des programmes (plans de préparation à la sécheresse, plans d'érosion des sols et de collecte de l'eau, etc.) qui ciblent les connaissances des agriculteurs sur la manière de faire face aux difficultés liées au changement climatique de la meilleure façon possible.

Remerciements

Ce travail a été entrepris dans le cadre du projet « *Mind the Gap: Améliorer les stratégies de diffusion pour accroître l'adoption de technologies par les petits exploitants agricoles* » financé par le Ministère

Fédéral pour la Coopération et le Développement Economiques d'Allemagne (BMZ), dans le cadre d'un accord de subvention avec le Centre International de Recherche Agricole dans les Régions Sèches (ICARDA – <http://www.icarda.org>) dans le cadre du programme de recherche du CGIAR sur l'élevage (Livestock CRP) (<https://livestock.cgiar.org/>). Les opinions exprimées dans cet article appartiennent aux auteurs et ne reflètent pas nécessairement celles de l'ICARDA, du CGAIR ou de la BMZ.

Références

- AFD - Agence Française de Développement, 2021. *Tunisie - Contribution aux éléments de la phase préparatoire du processus du Plan National d'Adaptation (Axe 2), Impacts des effets du changement climatique sur la sécurité alimentaire*. Disponible sur http://www.onagri.nat.tn/uploads/Etudes/01b_AdaptAction-PNA%20Tunisie-Impacts_.pdf.
- Alinovi L., Mane L., Romano E., 2008. Towards the Measurement of Household Resilience to Food Insecurity: Applying a Model to Palestinian Household Data. In: Sibrian R. (ed.), *Deriving Food Security Information from National Household Budget Survey. Experiences, Achievements, Challenges*. Rome: FAO, pp. 137-152.
- Bahadur D.R., Ali A., 2017. Coping with climate change and its impact on productivity, income, and poverty: Evidence from the Himalayan region of Pakistan. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 24: 515-525. <https://doi.org/10.1016/j.ijdr.2017.05.006>.
- Bahadur D.R., Ali A., 2018. Impact of climate-change risk-coping strategies on livestock productivity and household welfare: empirical evidence from Pakistan. *Heliyon*, 4(10): e00797. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2018.e00797>.
- Bartlett M.S., 1937. Properties of sufficiency and statistical tests. *Proceedings of the Royal Society of London, Series A*, 160(901): 268-282.
- Belhaj Rhouma A., Ahmed Z., 2018. *Les sociétés mutuelles de services agricoles (SMSA) en Tunisie : Cadre juridique et Partenariat Public-SMSA*. Rapport de recherche CIHEAM-IAMM, 60 pp.
- Boukary A.G., Diaw A., Wünscher T., 2016. Factors affecting rural households' resilience to food insecurity in Niger. *Sustainability*, 8(3): 181.
- Burton C.G., 2012. *The Development of Metrics for Community Resilience to Natural Disasters*. Unpublished PhD Dissertation, University of South

- Carolina. Retrieved from <https://scholarcommons.sc.edu/etd/1275>.
- Bwambale N., 2015. *Farmers Knowledge, Perceptions, and Socioeconomic Factors Influencing Decision Making for Integrated Soil Fertility Management Practices in Masaka and Rakai Districts, Central Uganda*. Master's Thesis, Iowa State University. Retrieved from <https://dr.lib.iastate.edu/handle/20.500.12876/29414>.
- Chebbi H.E., Pellissier J.-P., Khechimi W., Rolland J.-P., 2019. *Rapport de synthèse sur l'agriculture en Tunisie*. Rapport de recherche, CIHEAM-IAMM, 99 pp.
- Chitongo L., 2019. Rural livelihood resilience strategies in the face of harsh climatic conditions: The case of ward 11 Gwanda, South, Zimbabwe. *Cogent Social Sciences*, 5(1): 1617090. DOI: 10.1080/23311886.2019.1617090.
- Ciani F., 2012. *A resilience-based Approach to Food Insecurity: The Impact of Mitch Hurricane on Rural Households in Nicaragua*. PhD Thesis, Department of Economics and Management, University of Florence.
- COP 25, 2020. *Report of the Conference of the Parties on its twenty-fifth session, held in Madrid from 2 to 15 December 2019. Addendum. Part two: Action taken by the Conference of the Parties at its twenty-fifth session*. UN Framework Convention on Climate Change. <https://unfccc.int/documents/210476>.
- D'Errico M., Di Giuseppe S., 2016. *A dynamic analysis of resilience in Uganda*, ESA Working Paper n. 16-01. <https://www.fao.org/3/i5473e/i5473E.pdf>.
- D'Errico M., Pietrelli R., Romano D., 2016. Household resilience to food insecurity: Evidence from Tanzania and Uganda. In: *Proceedings of the 90th Annual Conference of the Agricultural Economics Society*, Coventry, UK, 4-6 April. Available online: https://ageconsearch.umn.edu/record/236350/file/s/marco_d_errico%20upload.pdf.
- Dhraief M.Z., Dhehibi B., Hassen H.D., Zlaoui M., Khatoui C., Jemni S., Jebali O., Rekik M., 2019. Livelihoods strategies and household resilience to food insecurity: A case study from rural Tunisia. *Sustainability*, 11(3): 907. <https://doi.org/10.3390/su11030907>.
- Elame F., Doukkali M.R., Fadlaoui A., 2016. Modélisation économique de l'impact des changements climatiques sur les ressources en eau : cas du bassin de Souss-Massa (Maroc). *New Medit*, 15(3): 10-18.
- FAO, 2010. *Resilience analysis in Mali*. <https://www.fao.org/3/i5093e/i5093e.pdf>.
- FAO, 2014. *Resilience Index Measurement and Analysis Model RIMA I*. Disponible sur <https://www.fao.org/3/a-i4102e.pdf>.
- FAO, 2016a. *RIMA-II. Resilience Index Measurement and Analysis II*. Disponible sur <https://www.fao.org/3/i5665e.pdf>.
- FAO, 2016b. *Analyse de la résilience au Sénégal*. Disponible sur <https://www.fao.org/3/a-i6159f.pdf>.
- FAO, 2018. *Analyse de la résilience en Mauritanie*. Rapport d'analyse de la résilience n. 14. Rome: FAO, 60 pp. Disponible sur <https://www.fao.org/3/CA2258FR/ca2258fr.pdf>.
- FAO, UNICEF, WFP. 2014. *Household Resilience in Dolow, Somalia*. Baseline Analysis for Impact Evaluation of FAO-UNICEF-WFP Resilience Strategy. Rome: FAO.
- Field A.P., 2005. Factor Analysis Using SPSS, C8057 (Research Method II). In: Field A.P., *Discovering statistics using SPSS*, 2nd ed. London: Sage, Chapter 15.
- Frankenberger T., Nelson S., 2013. *Background paper for the expert consultation on resilience measurement for food security*. TANGO International Expert Consultation on Resilience Measurement for Food Security, Food and Agricultural Organization and World Food Programme, Rome, Italy, February 19-21]
- Gafrej R., 2016. *Avec le changement climatique, quel avenir de l'agriculture en Tunisie ?* CIHEAM Watch Letter, 37.
- Gebrehiwot T., van der Veen A., 2013. Farm level adaptation to climate change: the case of farmer's in the Ethiopian Highlands. *Environmental Management*, 52(1): 29-44.
- GIEC, 2020. *Le rapport spécial du GIEC sur le changement climatique et les terres émergées. Quels impacts pour l'Afrique ?*. Disponible sur https://cdkn.org/sites/default/2021-07/IPCC%20Land_Africa_French_WEB_7Apr2020.pdf.
- Giguère A., 2016. *Les Sociétés Mutuelles de Services Agricoles : un modèle porteur d'avenir en Tunisie*. Essai présenté à la Faculté d'administration en vue de l'obtention d'un grade de Maîtrise Gestion et gouvernance des coopératives et des mutuelles, Université de Sherbrook.
- Goswami R.K., Maiti S., Garai S., Jha S.K., Bhakat M., Chandel B., Kadian S., 2018. Coping mechanisms adopted by the livestock dependents of drought prone districts of Bihar, India. *The Indian Journal of Animal Sciences*, 88(3): 356-364.
- Guyu F.D., Muluneh W.T., 2015. Household resilience to seasonal food insecurity: dimensions and magnitudes in the "Green Famine" belt of Ethiopia. *Applied Scientific Reports*, 11(3): 125-143.
- INS - Institut National de la Statistique, 2018. Available online : <http://www.ins.tn>.
- JORT - Journal Officiel de la République Tunisienne, 2005. *Art. 6 de la loi n. 2005-94 du 18 octobre 2005*

- relative aux SMSA*. Disponible sur https://avfa.agrinet.tn/wp-content/uploads/2021/06/77-Loi-2005_94-relative-aux-SMSA.pdf.
- Kebede T., Haji J., Legesse B., Mammo G., 2016. Econometric Analysis of Rural Households' Resilience to Food Insecurity in West Shoa, Ethiopia. *Journal of Food Security*, 4(3): 58-67.
- Kozłowska K., Di Giuseppe S., Pietrelli R., Antonaci L., d'Errico M., Russo L., 2015. *Resilience analysis in Burkina Faso*. <https://www.fao.org/3/i5044e/i5044e.pdf>.
- Muthelo D., Owusu-Sekyere E., Ogundeji A., 2019. Smallholder Farmers' Adaptation to Drought: Identifying Effective Adaptive Strategies and Measures. *Water*, 11(10): 2069.
- Rahut D.B., Ali A., 2018. Impact of climate-change risk-coping strategies on livestock productivity and household welfare: Empirical evidence from Pakistan. *Heliyon*, 4(10): e00797.
- Szabo S., Nicholls R.J., Neumann B., Renaud F.G., Matthews Z., Sebesvari Z., AghaKouchak A., Bales R., Warren Ruktanonchai C., Kloos J., Foufoula-Georgiou E., Wester Ph., New M., Rhyner J., Hutton C., 2015. Making SDGs Work for Climate Change Hotspots. *Environment Science and Policy for Sustainable Development*, 58(6): 24-33. DOI: 10.1080/00139157.2016.1209016.
- USAID - United States Agency for International Development, 2018. *Climate risk profile Tunisia*, 2018. https://www.climatelinks.org/sites/default/files/asset/document/Tunisia_CRP.pdf.
- Valls Bedeau J., Rezaei M., Pera M., Morrison J., 2021. Towards food systems transformation in the Mediterranean region: Unleashing the power of data, policy, investment and innovation. *New Medit*, 20(3): 5-16. <https://doi.org/10.30682/nm2103a>.
- Yaro B.R., 2019. *Résilience des agriculteurs face aux changements climatiques : un exemple d'application au Burkina Faso*. Maîtrise en agroéconomie - avec mémoire, Université Laval, Québec, Canada.