

Vulnérabilité des agriculteurs de la région de Thiès (Sénégal) dans un contexte de changement climatique

Amadou SALL¹, Assize TOURE¹, Alioune KANE², Awa Niang Fall², Amadou T. DIOP¹

¹ Centre de Suivi Écologique, Rue Léon Gontran Damas, Fann-Résidence, BP 15532, Email : amadou.sall@cse.sn ; assize@cse.sn ; amtadiop@gmail.com

²Département de Géographie, Université Cheikh Anta Diop de Dakar (UCAD), Email ; alionne.kane@ucad.edu.sn ; awa10.fall@ucad.edu.sn

Correspondant email : amadou.sall@cse.sn; amadou.sall@gmail.com Cél : (+221) 775507671

Mots clés : vulnérabilité, changement climatique, risque, agriculture, Thiès

Keywords: vulnerability, climate change, risk, agriculture, Thies

1 RESUME

Cette étude analyse la vulnérabilité des agriculteurs des communes rurales de Fandène, Notto Diobass et Taiba Ndiaye dans la région de Thiès, confrontées à l'insécurité climatique et à la dégradation des zones de culture. Les données socio-économiques proviennent d'enquêtes de terrain menées auprès de 146 exploitations familiales. L'approche par indicateur a permis de générer des indices dans trois dimensions de la vulnérabilité (démographique, économique et sociale). L'analyse du score global de l'indice de vulnérabilité, obtenu dans les trois collectivités, indique que Fandène est la commune la plus exposée (0.459) suivie de Notto Diobass (0.452) puis de Taiba Ndiaye (0.388). Les facteurs tels que l'analphabétisme, la dépendance aux activités sensibles au climat, la taille de l'exploitation et l'accessibilité aux services climatiques contribuent grandement à la vulnérabilité des populations de ces communes.

ABSTRACT

This study analyses the vulnerability level of farmers to climate insecurity and cultivated land degradation in the region of Thiès, by developing a vulnerability index in three rural municipalities (Fandene, Notto Diobass and Taiba Ndiaye). Socio-economic data were collected through questionnaires and interviews from 146 family farms. The indicator approach has generated indices in three dimensions of vulnerability (demographic, economic and social). The analysis of the overall score of the vulnerability index indicates that the Fandène community ranking the most vulnerable (0.459) followed by Notto Diobass and Taiba Ndiaye respectively 0.452 and 0.388. Factors such as illiteracy, dependence on climate-sensitive activities, the size of the farm and the accessibility of climate services greatly contribute to the vulnerability of the rural farmers.

2 INTRODUCTION

La grande particularité du Sahel est la forte vulnérabilité des sociétés rurales généralement pauvres au changement climatique (Touré *et al.*,

2013). Depuis plusieurs décennies, la sécheresse qui sévit au Sahel et qui a entraîné le déplacement des isohyètes vers le sud du

Sénégal a fortement éprouvé la zone du bassin arachidier (Faye *et al.*, 2017) dont fait partie notre zone d'étude. Comme pour l'ensemble du pays, l'agriculture dépend fortement de la pluviométrie qui s'est raréfiée au cours des dernières décennies avec de fortes variabilités inter et intra-annuelles. Les agriculteurs ont un équipement minimal ; ils ont rarement accès aux informations agro-climatiques, dépendent essentiellement de l'agriculture pluviale, disposent d'exploitation de petite taille, et un petit nombre d'entre eux diversifient leurs activités ou possèdent du bétail. Certains groupes peuvent assez rapidement trouver leur compte dans les changements qui s'opèrent, alors que d'autres sont plus vulnérables (Iglesias *et al.*, 2011). Une évaluation au niveau local, de la vulnérabilité de ces populations face au changement climatique est essentielle pour l'élaboration de stratégies qui répondent à des besoins locaux spécifiques. Elle permettrait d'éviter des mesures uniformes issues d'une évaluation de la vulnérabilité à l'échelle nationale et ainsi de mieux cibler les aides. Pour atténuer le degré de vulnérabilité des populations aux aléas climatiques, il est important de prendre en considération les deux versants de la vulnérabilité : biophysique et

social (Cutter *et al.* 2003). Les conceptions biophysiques de la vulnérabilité mettent l'accent sur les facteurs de stress environnementaux (Kappes *et al.*, 2012) alors que celle dites sociales adressent les facteurs socio-économiques qui caractérisent la vulnérabilité (Fatemi *et al.*, 2017). La plupart des études ont porté sur les aspects biophysiques et environnementaux de la vulnérabilité au changement climatique. Or il est de plus en plus admis que la vulnérabilité des populations agricoles aux conditions climatiques ne peut pas être uniquement appréhendée sous l'angle d'une quantification biophysique des impacts (Gbetibouo *et al.*, 2010). Au Sénégal et ailleurs des études explorant les aspects sociaux de la vulnérabilité au changement climatique avec un examen approfondi des facteurs démographiques et socio-économiques, deviennent donc un besoin réel. Ce présent travail cherche à développer une méthode d'évaluation à l'échelle locale de vulnérabilité des populations rurales face aux risques climatiques et à la dégradation des terres de culture. Pour ce faire, nous avons combinés des indicateurs démographiques, économiques et sociaux.

3 DEFINITION ET INDICATEURS POTENTIELS DE LA VULNERABILITE

3.1 Définition : Le concept de vulnérabilité est polysémique. Birkmann *et al.* (2014) ont recensé quelque 25 définitions différentes de la vulnérabilité, ainsi que six écoles théoriques, une vingtaine de manuels et plusieurs guides concernant son évaluation. Bien qu'il n'y ait aucune définition acceptée par tous de la vulnérabilité, un bon éclairage a été fait dans de nombreux documents scientifiques. A cet effet, une synthèse tirée pour l'essentiel des travaux de Adger (2006), Cutter *et al.* (2003), Zorom *et al.* (2013), Gbetibouo *et al.* (2010), Maiti *et al.* (2017) et D'Ercole *et al.* (1994), est utilisée dans cette étude. D'après ces auteurs, la vulnérabilité apparaît comme la propension d'une société donnée à subir des dommages en cas de

manifestation d'un phénomène naturel ou anthropique. Cette propension varie selon le poids de facteurs qu'il est nécessaire d'identifier car la réduction des risques, est avant tout une question de réduction des facteurs qui font les vulnérabilités physique et sociale. La vulnérabilité physique se détermine par la nature de l'aléa, sa probabilité, l'importance de l'exposition des enjeux et la sensibilité physique des enjeux. La vulnérabilité sociale, également appelée « vulnérabilité d'organisation », exprime la capacité d'une société à anticiper l'aléa, à faire face à l'urgence, à adapter son comportement en temps de crise, et à se reconstruire. La vulnérabilité sociale est ainsi directement liée à la résilience et au fonctionnement des sociétés

(Barroca *et al.*, 2013). La capacité à mesurer la vulnérabilité est un prérequis essentiel pour réduire les risques (Birkmann *et al.*, 2014). Les documents finaux du Cadre d'action de Hyogo et de Sendai pour la réduction des risques insistent sur le besoin de mettre au point un ensemble d'indicateurs de vulnérabilité aux échelons infranational (UNISDR, 2015).

3.2 Indicateurs potentiels : La construction d'un jeu d'indicateurs robuste de vulnérabilité met en évidence l'interaction de facteurs d'origine démographique,

institutionnelle, biophysique et socio-économique qui décrivent les éléments prédisposant les producteurs à faire face aux risques climatiques et à la dégradation des terres de culture (Dumenu et Obeng 2016). L'identification d'un jeu d'indicateurs potentiels est une étape clé dans la construction d'un indice de vulnérabilité. Le tableau 1 présente 26 indicateurs potentiels répartis dans cinq dimensions de la vulnérabilité qui feront l'objet, dans la partie méthodologique, d'une évaluation et sélection suivant des critères précis.

Tableau 1 : Indicateurs potentiels de vulnérabilité

Facteurs de vulnérabilité (composante majeure ou dimension)	Indicateurs
Biophysique	Variabilité pluviométrique
	Changement de température
	Taux de déforestation
	Dégradation des sols
Démographique	Densité de population
	Ratio de dépendance
	Analphabétisme
	Taille du ménage
	Mortalité infantile
	Population féminine
	Pourcentage de femmes chef de ménage
Economique	Indice moyen de diversification des moyens de subsistance dans les secteurs non agricoles
	Activités sensibles au climat
	Epargne
	Revenus agricoles nets
	Terres irriguées
	Taille de l'exploitation
	Accès au crédit
	Distance à la plus proche ville
	Réseau routier
	Produits élevage
Social	Accès aux services climatiques
	Conflits
	Appartenance à des organisations de producteurs
Institutionnel	Pourcentage du budget des collectivités territoriales alloué à la gestion des risques
	Taux de réalisation des plans de gestion des risques

MATERIEL ET METHODE

4.1 Présentation de la zone d'étude : La zone d'étude se situe dans la région de Thiès à l'ouest du Sénégal. Elle est à cheval entre une partie littorale située dans les Niayes (Taïba Ndiaye) et une partie continentale (Fandène et Notto) (figure 1). Elle fait partie de la Zone Agricole du Centre-Ouest (ZACO) connue sous le nom de Bassin arachidier. L'agriculture sous pluie est la principale activité à laquelle

s'adonne la quasi-totalité de la population de la région. La forte pression sur les terres et l'état de saturation qui a suivi, ont modifié le système de production. La pluviométrie est sujette à une très forte variabilité interannuelle, avec une succession d'années à pluviométrie déficitaire à la fin des années 60 (Sall and Dieye, 2011). Ces caractéristiques constituent autant d'obstacles à la mise en valeur agricole.

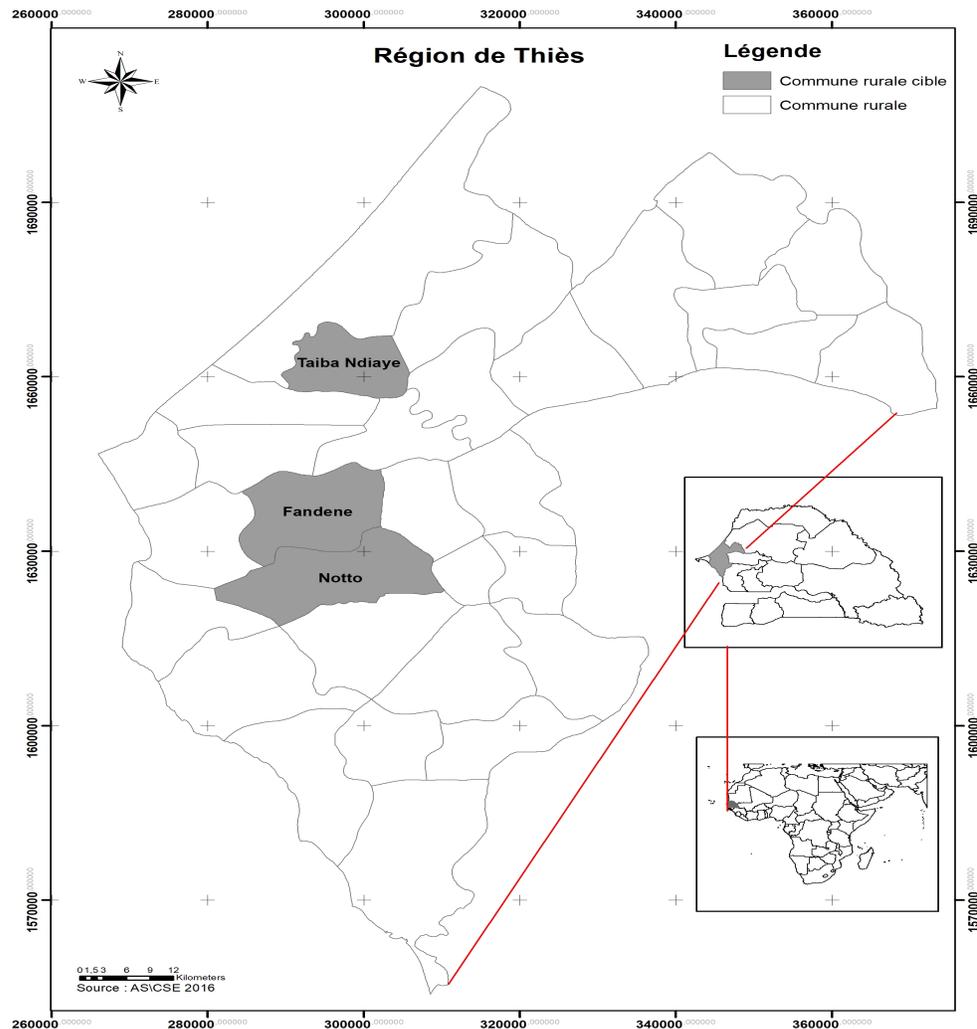


Figure 1 : Carte de localisation de la zone d'étude, la région de Thiès

4.2 Collecte et traitement des données : Les données utilisées dans le calcul des indicateurs et indices proviennent des enquêtes de terrain réalisées en 2010 et réactualisées en 2014. La sélection des villages à enquêter a été faite en utilisant le *Sampling Design Tool* édité sur le logiciel ArcGIS (NOAA's Biogeography Branch, 2013). Les localités situées dans la zone d'étude sont extraites de la base de données du Centre de Suivi Ecologique (CSE) avec leurs attributs (région, arrondissement, communautés rurales et villages, population, code administratif). L'échantillonnage des villages a été fait selon la méthode aléatoire stratifiée. Il a été procédé à une partition de la base de sondage en deux zones (la zone Fandène-Notto Diobass et la zone Taïba Ndiaye). Un échantillon est alors prélevé dans chaque zone. C'est ainsi que treize villages ont été sélectionnés dans la zone de Fandène-Notto et cinq (5) villages dans celle de Taïba Ndiaye ; ce qui fait un total de dix-huit (18) villages regroupant 146 exploitations familiales. Les enquêtes ont ciblé les chefs de concession ayant au moins 35 ans et résidant dans le village depuis les années sécheresse du début de la décennie 1980. Ce qui fait d'eux des témoins privilégiés des grandes modifications connues. Le logiciel SPSS a été utilisé pour l'analyse des données.

4.3 Utilisation de l'approche par indicateur : L'approche par indicateur a été la base du travail. Elle permet de calculer des indices de vulnérabilité (Deressa, 2010; Maiti *et al.*, 2017). Cette approche a été choisie en raison de sa répliquabilité à différentes échelles (locale, nationale et mondiale) et de son utilité pour une meilleure compréhension des facteurs socio-économiques contribuant à la vulnérabilité (Hebb and Mortsch, 2007). En outre, c'est l'une des méthodes les plus utilisées

pour quantifier la vulnérabilité (Gbetibouo *et al.*, 2010). Les indices composites que ces indicateurs génèrent peuvent illustrer les différentes dimensions de la vulnérabilité sous une forme compréhensible. La principale limite de l'approche est la subjectivité dans la sélection des variables. Dans cette approche, plusieurs procédures sont utilisées pour choisir les indicateurs. Il s'agit notamment du jugement d'experts (Hinkel, 2011), de l'analyse des composantes principales (Susan L. Cutter *et al.*, 2003; Mavhura *et al.*, 2017) et la corrélation avec les catastrophes passées (Brooks *et al.*, 2005). Dans cette étude, le jugement d'experts des chercheurs en sciences sociales et en changement climatique a été utilisé. Nous avons mis à contribution les experts du Centre de Suivi Ecologique, du Laboratoire Physique de l'Atmosphère (LPA), de l'Agence Nationale de l'Aviation Civile et de la Météorologie (ANACIM), du laboratoire Genre et Recherche scientifique de l'université Cheikh Anta Diop de Dakar, de la Fédération des Organisations Non Gouvernementales du Sénégal (FONGS), de Green Sénégal et des décideurs de la région de Thiès. Il a permis de sélectionner les indicateurs les plus appropriés dans le contexte de la zone d'étude. C'est à dire ceux qui pourraient le mieux mesurer la vulnérabilité des agriculteurs au changement climatique en fonction de quatre critères principaux (mesurable, facile à interpréter, fiabilité et disponibilité des données). Le tableau 2 donne les indicateurs retenus et répartis selon trois dimensions de la vulnérabilité (démographique, économique et sociale). Le jugement d'expert est précédé d'une analyse documentaire approfondie pour le choix du premier jeu d'indicateurs potentiels (tableau 1).

Tableau 2: Indicateurs de vulnérabilité

Facteurs de vulnérabilité (composante majeure)	Indicateurs	Description des indicateurs
Démographique	Densité de population	Nombre de population au km ²
	Taux de dépendance	Part de la population âgée de moins de 15 ans et de plus de 65 ans rapportée à la population entre 15 et 65 ans.
	Analphabétisme	Pourcentage de ménage où le chef n'a pas reçu d'éducation formelle. L'analphabétisme est défini comme l'incapacité de lire ou d'écrire en français, en toute langue sénégalaise ou dans toute langue étrangère.
	Pourcentage de femmes chef de ménage	Pourcentage de ménages où le chef est une femme. Si l'homme s'absente de la maison pour une durée > 6 mois par an, la femme est comptée comme chef de ménage.
Economique	Indice moyen de diversification des moyens de subsistance dans les secteurs non agricoles (fourchette : 0,20-1)	Un ménage qui compte, trois personnes actives dans des secteurs moins sensibles au climat (commerce, artisanat, transport, etc.) aura un indice de diversification des moyens de subsistance = $1 / (3 + 1) = 0,25$.
	Activités sensibles au climat	Pourcentage de ménages qui dépendent principalement de l'agriculture sous pluie comme source de revenu.
	Taille de l'exploitation	Superficie de l'exploitation par ménage
	Produits élevage	Pourcentage ménage tirant une partie de leur revenu de l'élevage
Social	Accès aux services climatiques	Pourcentage de ménages qui déclarent avoir reçu de l'information sur le changement climatique, sur son impact, sur les options de lutte contre le changement climatique
	Appartenance à des organisations de producteurs	Pourcentage de producteurs appartenant à un réseau de producteur

4.4 Construction de l'indice de la vulnérabilité : Chacune des trois composantes majeures de la vulnérabilité est considérée

comme ayant une contribution ou poids égale dans le calcul de l'indice global (Sullivan, 2002). L'indice de vulnérabilité est compris entre 0

(moins vulnérable) et 1 (le plus vulnérable). Les étapes suivies pour le calcul sont indiquées dans le tableau 3.

Tableau 3 : Calcul de l'indice de vulnérabilité

<ul style="list-style-type: none"> • <u>Étape 1</u> : Transformation des données brutes en unités de mesure appropriées (pourcentages, ratios et indices).
<ul style="list-style-type: none"> • <u>Étape 2</u> : Standardisation des indicateurs • Les indicateurs sont mesurés à différentes échelles, il est donc nécessaire de combiner toutes les mesures dans un seul indice de vulnérabilité (Gbetibouo and Ringler, 2009; Piya <i>et al.</i>, 2016) : l'équation utilisée pour la normalisation est la suivante : $Valeur\ indicateur = \frac{(valeur\ actuelle - valeur\ minimum)}{(valeur\ maximum - valeur\ minimum)}$
<ul style="list-style-type: none"> • <u>Étape 3</u> : Calcul de la moyenne des scores standardisés de chaque composante majeure $Cm = \frac{\sum_{i=1}^n valeur\ indicateur}{n}$ <p>Cm = indice moyen de chaque composante majeure de la vulnérabilité; $Valeur\ indicateur$ = valeur de chaque indicateur ; N = le nombre d'indicateur pour chaque dimension de la vulnérabilité.</p>
<ul style="list-style-type: none"> • <u>Étape 4</u> : Calcul du score global de l'indice de la vulnérabilité en combinant les moyennes pondérées de toutes les composantes majeures $V = f \left[\frac{1}{n} (M_{dd} + M_{de} + M_{ds}) \right]$ <p>V = vulnérabilité de chaque commune rurale ; M_{dd} = valeur de l'indice de la dimension démographique de la vulnérabilité sociale ; M_{de} = valeur de l'indice de la dimension économique de la vulnérabilité sociale ; M_{ds} = valeur de l'indice de la dimension sociale de la vulnérabilité sociale ; et n = le nombre de dimension de la vulnérabilité.</p>

5.1 Vulnérabilité des communautés selon les dimensions

5.1.1 Dimension démographique : La figure 2 indique que sur l'ensemble du profil démographique, Taïba Ndiaye (0.335) affiche une plus grande vulnérabilité que Fandène (0.274) et Notto (0.307). Le taux d'analphabétisme très élevé chez les adultes hommes et femmes surtout à Taïba Ndiaye (0.600) constitue un handicap majeur pour l'amélioration de la résilience des producteurs. A Taïba Ndiaye, le niveau dépasse les 60 % dans huit villages (GERAD, 2008). Il est largement admis que l'éducation a une incidence sur la productivité agricole dans les

pays en développement. Déjà en 1980, Lockheed *et al.* (1980) ont montré que quatre années d'enseignement primaire avaient augmenté de 7% la production agricole dans 18 pays en développement. Il convient aussi de souligner l'incidence de l'éducation sur le changement de comportement des autres agriculteurs grâce au processus « spillovers » qui permet à des agriculteurs voisins d'observer et d'adopter facilement les techniques et les bonnes pratiques agricoles. Enfin les résultats de Rolleston (2011) au Ghana attestent que l'amélioration de l'éducation joue un rôle dans l'amélioration du bien-être et la réduction de la pauvreté.

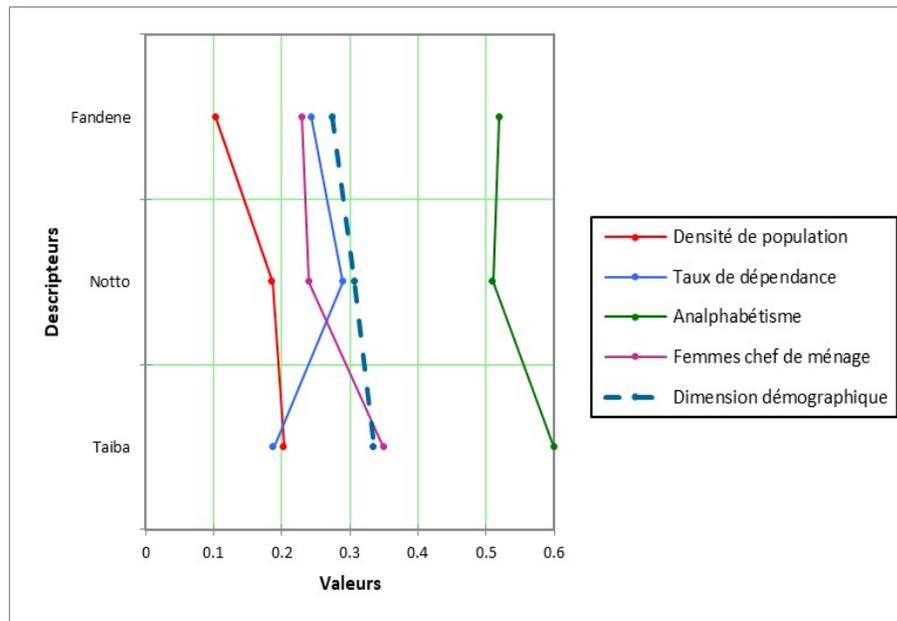


Figure 2 : vulnérabilité sociale de Notto Diobass

En considérant la proportion de femme chef de ménage, Taïba Ndiaye (0.350) présente un profil plus vulnérable que Fandène (0.300) et Notto (0.200). La plupart des femmes de la commune de Taïba Ndiaye sont assujetties à des tâches ménagères. Des études réalisées hors du Sénégal indiquent que la proportion de ménages dirigés par une femme est positivement corrélée à leur vulnérabilité (Susan L. Cutter *et al.*, 2003; Lixin *et al.*, 2014). Au

Malawi, les rendements obtenus sur les parcelles gérées par des femmes sont 25% moins élevés que ceux obtenus sur les parcelles gérées par des hommes (O'Sullivan *et al.*, 2014). Au Sénégal, Kebe et Charbit (2007) ont souligné que la vulnérabilité des ménages dirigés par des femmes est attribuable à (i) l'absence d'un conjoint actif, au fait que les membres secondaires du ménage sont eux-mêmes, pour une grande part, des personnes

vulnérables (jeunes, vieux, femmes), et à (ii) des revenus plus précaires que dans les ménages masculins. Les agricultrices ont du mal à accéder aux intrants (Diouf, 2011), aux services et aux marchés agricoles. Il est donc particulièrement difficile aux femmes de s'appuyer sur la production agricole pour sortir de la pauvreté. Outre les activités culturelles, les femmes subviennent aux besoins alimentaires du ménage, prennent soin de la santé des enfants et passent des heures à la recherche du bois et de toute forme de source d'énergie. Les femmes sont ainsi obligées de grignoter le temps qu'elles auraient dû consacrer à des activités génératrices de revenus. A cela, vient s'ajouter le départ des hommes vers les milieux urbains qui les enfoncent profondément dans la pauvreté (Pouye, 2010). Une des premières réponses de la dégradation des ressources naturelles, base de survie des populations, est d'aller faire fortune ailleurs (Zorom *et al.*, 2013). Cette forme d'adaptation ne fait qu'augmenter le nombre de ménages dirigés par des femmes. En termes de densité de population les trois communes présentent des scores relativement bas. Dans l'ensemble Fandène a la densité de population la plus faible (0.103). Enfin, l'indicateur taux de dépendance révèle que la commune de Notto (0.290) est plus vulnérable que Fandène et Taiba Ndiaye. Elle dispose plus de ménages ayant le plus de personnes inactives à entretenir.

5.1.2 La dimension économique : Les valeurs de l'indice de la composante relative à la dimension économique (figure 3) montrent que la commune Notto est plus vulnérable (0.433) que Taiba Ndiaye (0.390) et Fandène (0.400). Notto a le score le moins bas en terme de dépendance aux produits de l'élevage même si son score sur l'indicateur de diversification fait d'elle la commune la moins exposée (0.200) car les revenus tirés du petit commerce ont été stimulés par les femmes. Elles commercialisent des produits halieutiques, des légumes, l'huile ou la pâte d'arachide. L'indicateur dépendance des activités sensibles au climat révèle une

situation de vulnérabilité dans les trois communes notamment à Notto qui affiche le score le plus élevé (0.617). A Notto, FAYE et Diallo (2011) ont montré l'influence de la sécheresse sur les terres de culture. En cas de déficit hydrique tout comme d'arrêt précoce de la pluie, les récoltes sont compromises. Par exemple pour le cas de l'arachide, une rupture pluviométrique de six (6) semaines entrave la croissance et le développement des cultures entraînant ainsi une perte de production. Son influence est encore plus perceptible dans la vallée de Notto où toute activité agricole a été inhibée. La hausse des températures a un impact sur les vergers notamment dans la vallée. Elle entraîne la mortalité des manguiers et favorise l'apparition de termites. La forte chaleur et le déficit pluviométrique provoquent une baisse importante des revenus tirés des cultures pluviales, maraichères et arboriculture fruitière (Sall and Dieye, 2011). Le changement climatique devrait très vraisemblablement avoir un effet globalement négatif sur les rendements des principales cultures de céréales à travers l'Afrique. Les pertes de rendement pour le maïs, par exemple, pourraient s'élever à environ 22 % au milieu du siècle en moyenne sur l'ensemble de l'Afrique subsaharienne (GIEC, 2014). L'indicateur relatif à la taille de l'exploitation montre que la commune rurale de Fandène est plus exposée aux aléas climatiques (0.721). La diminution de terres cultivables de Fandène est amplifiée par l'érosion et l'avancée du front urbain de la ville de Thiès qui encercle la commune rurale. Aussi l'entraînement de particules sableuses par le vent et le ruissellement provoquent, sur les sols ferrugineux tropicaux lessivés, l'affleurement de la cuirasse. Ces sols devenus rocailloux sont alors stériles et entraînent des pertes irréversibles en terres cultivables dans le nord de la commune de Fandène du côté de Keur Mame Marame et Assane Ndiaye où ne subsiste plus qu'un couloir étroit de quelques kilomètres de terres cultivables. En outre, l'extension de la ville de Thiès prive les villages phagocytés de

leurs terres agricoles. Par conséquent, les habitants vont demander des terres à la commune rurale pour maintenir leurs activités de subsistance provoquant ainsi la

surexploitation des terres. A Notto et Taiba Ndiaye, la dégradation assez avancée des sols due à l'érosion hydrique et éolienne, et à leur surexploitation, est une réalité.

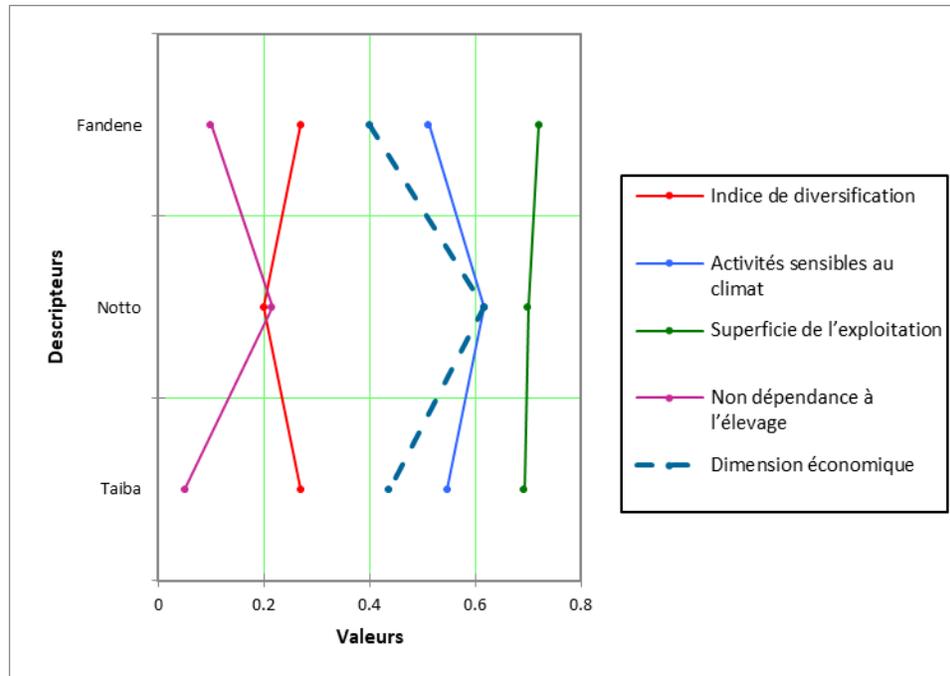


Figure 3 : Dimension économique de la vulnérabilité

La fragmentation des exploitations agricoles est un facteur qui pèse sur la productivité agricole. En Afrique subsaharienne, où la plupart des hommes et des femmes sont tributaires de l'agriculture pour vivre, l'exploitation familiale moyenne, de taille modeste, est de plus en plus petite (FAO, 2015). Comme souligné par Fischer *et al.* (2012), la superficie minimale absolue de terre arable nécessaire pour alimenter une personne de façon durable est de 0,07 ha. En 1961, il y avait 0,45 ha de terre pour alimenter une personne. En 2015, cette superficie s'était réduite pour atteindre à peine 0,19 ha. Au Sénégal entre 2000 et 2015, cette superficie minimale est passée de 0,34 à 0,21 ha (The World Bank, 2017). Selon Bage (2009),

ancien président du FIDA, « L'augmentation des terres cultivables est indispensable si on veut améliorer la production agricole. Il n'y aurait que 10 à 15% de terres supplémentaires disponibles pour l'agriculture, si l'on ne veut pas abattre des forêts ». En tout état de cause, dans les trois communes rurales étudiées, les superficies cultivées par ménage sont au-dessus de la moyenne nationale qui est de 2,5 ha par ménage (The World Bank, 2017).

5.1.3 La dimension sociale : La troisième composante majeure de la vulnérabilité relative à la dimension sociale (figure 4) révèle une plus grande vulnérabilité de Fandène (0.702). L'indicateur accès aux services climatiques montre une grande vulnérabilité des

agriculteurs de Fandène, Notto et Taiba Ndiaye avec des scores respectifs de 0.805 ; 0.835 et 0.675. Deux éléments contribuent à l'explication de ce constat. Premièrement, les prévisions et projections sur le climat sont considérablement sous-exploitées, en partie en raison de leur faible transposition en actions recommandées (notamment en raison du manque d'implication des utilisateurs dans leur élaboration). Deuxièmement, la nature probabiliste des prévisions climatiques et les incertitudes intrinsèques qui leur sont associées

(OMM, 2014) font qu'il est difficile pour les utilisateurs de les appréhender ou de les intégrer dans leur prise de décisions. Il convient donc d'améliorer d'une part les techniques destinées à aider les utilisateurs à exploiter des données par essence incertaines et, d'autre part, amener les fournisseurs d'informations climatologiques à mieux communiquer sur le caractère probabiliste et incertain des prévisions climatiques, et à prêter une oreille attentive aux indicateurs locaux de prévision météorologique.

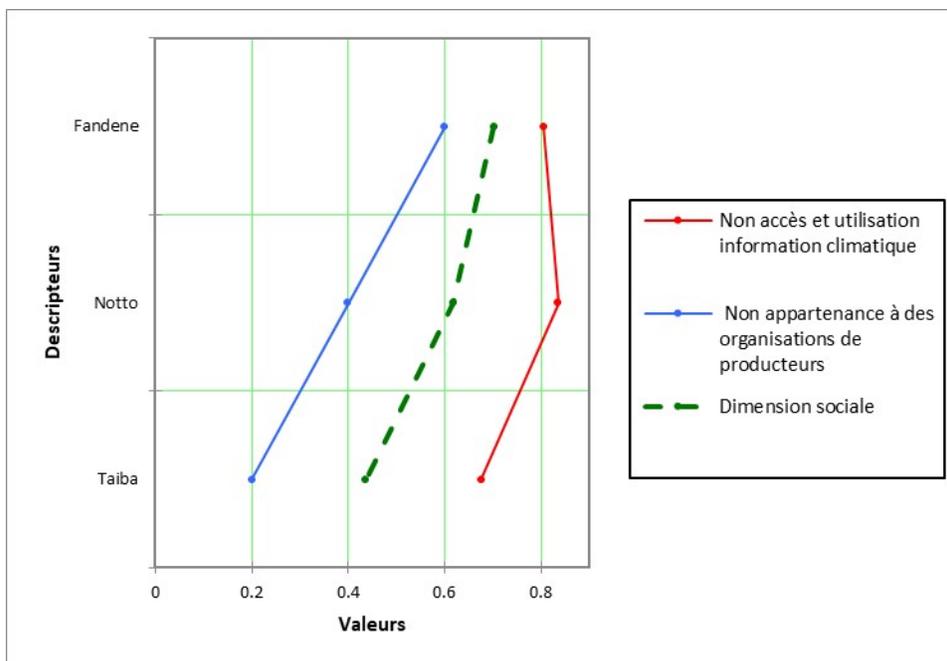


Figure 4 : Dimension sociale de la vulnérabilité

Malgré ces contraintes, plus d'un million d'agriculteurs utiliseraient des services climatiques fournis par les téléphones mobiles et les radios rurales pour gérer efficacement leurs opérations agricoles dans les zones arides et semi-arides du Sénégal, du Mali, du Niger, du Burkina Faso et du Ghana, (Partey *et al.*, 2018). Ouédraogo *et al.*, (2015) ont montré que les agriculteurs qui utilisaient les services climatiques faisaient recours à moins d'intrants (par exemple engrais organiques, fertilisants) dans les systèmes de production de niébé et de

sésame que dans ceux qui n'en utilisaient pas. Cela devrait permettre de réduire les coûts de production et d'augmenter les profits et de réduire les risques de mauvaises récoltes qui auraient été causés par les aléas climatiques. Le CSE et l'ANACIM (Sall and Dieye, 2011) ont montré, à travers l'expérience du projet Infoclim¹, que les agriculteurs peuvent tirer un

¹ Projet d'adaptation au changement climatique financé par le CRDI et mis en œuvre dans la région de Thiès par le Centre de Suivi Ecologique entre 2008 et 2011.

bénéfice en termes d'augmentation de revenu et de réduction du risque grâce à l'utilisation de la prévision saisonnière en dépit de son incertitude et de son imperfection. Les impacts de l'utilisation des services climatiques pour la gestion des risques climatiques et la diminution des facteurs de vulnérabilité des agriculteurs aux chocs climatiques sont démontrés à travers les essais sur le terrain réalisés dans une démarche de co-apprentissage entre scientifiques et agriculteurs dans la région de Thiès (Sanogo *et al.*, 2016). L'indicateur relatif à l'appartenance à une organisation de producteur laisse apparaître que la commune de Taiba Ndiaye est la moins vulnérable (0.200). En effet, cette commune dispose d'associations d'agriculteurs assez dynamiques ou de groupement de femmes actifs dans la transformation des céréales locales comme « Ande défar Taiba Ndiaye ». Taiba Ndiaye bénéficie aussi de la présence de plusieurs partenaires au développement, comme l'Agence Nationale du Conseil Agricole et Rural (ANCAR), qui interviennent dans la commune en s'appuyant sur les organisations de producteurs. Par contre les communes de Fandène (0.600) et Notto (0.200) disposent d'un réseau d'organisations plus lâche et doivent être encadrées dans la création et la redynamisation d'associations d'exploitants agricoles (Ndiaye, 2009), malgré la présence de Cadre Local de Concertation des Organisations de Producteurs (CLCOP) qui ont vocation d'aider les agriculteurs à mieux s'organiser. En Afrique, Mercoiret (2006) a montré que les organisations paysannes ont été sollicitées et « responsabilisées » pour gérer les conséquences du retrait de l'État de nombre de fonctions d'appui à l'agriculture qu'il assurait jusque-là.

Des « transferts de responsabilités » aux organisations paysannes ont ainsi été effectués en matière d'approvisionnement en intrants, de commercialisation des produits, de gestion des périmètres irrigués, de conseil agricole et de formation, etc. Ce transfert a été rendu possible grâce au degré d'organisation des producteurs. Le niveau auquel les organisations se structurent, ont considérablement changé dans la plupart des pays africains et, avec eux, la capacité des agriculteurs à mener des actions dans le domaine économique et à faire entendre leur voix dans le débat sur les politiques agricoles (BOSC *et al.* 2002 ;FAO 2015).

5.2 Vulnérabilité des communes selon l'indice général : L'analyse simultanée des dimensions indique que pour toutes les communes, la dimension sociale est la plus forte et celle démographique la plus faible (figure 5). D'où l'urgence d'un changement de comportement dans ces trois communes qui doit se traduire par un accès, une reconsidération et une utilisation efficiente de l'information climatique notamment par une démarche de proximité à l'instar des foras organisés par le Centre de Suivi Ecologique entre 2008 et 2011 dans la région de Thiès. En considérant le résultat de chaque commune par dimension de vulnérabilité (figure 5), tout d'abord il apparaît que Fandène est socialement la plus vulnérable et démographiquement la moins exposée. Ensuite la commune de Notto présente le profil le plus vulnérable au plan social. Enfin la commune de Taiba Ndiaye, bien qu'étant la plus vulnérable sur l'ensemble de la dimension démographique, est la plus résiliente sur le plan économique et social.

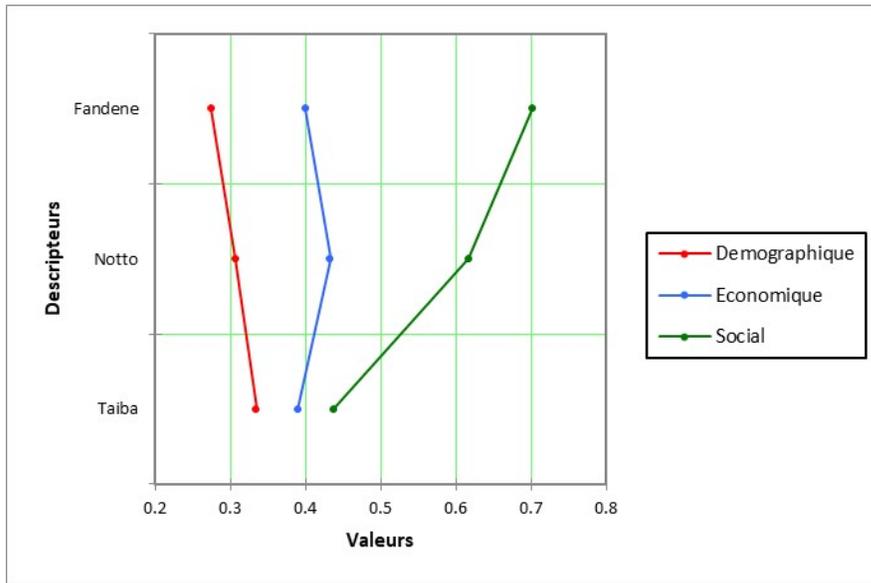


Figure 5 : Synthèse des trois dimensions de la vulnérabilité

Les résultats globaux des indices de vulnérabilité montrent que Fandène (0.459) a le score de vulnérabilité le plus élevé à l'opposé de Taïba Ndiaye qui affiche un indice de 0.388 (Figure 6). Déjà en 2002, le plan de développement de la commune de Fandène avait souligné les problématiques de gestion des terres (assèchement des vallées, surexploitation du rônier, érosion des sols, insuffisance de terres agricoles) qui ont grandement contribué à la vulnérabilité des populations (Sansonnens,

2005). Ndiaye (2009) a analysé les performances socio-économiques des exploitants agricoles de la commune de Fandène qui se traduisent par une baisse dans les rendements et la dégradation des conditions de vie. Sall *et al.* (2018) ont admis que la commune de Fandène a perdu une bonne partie de ses terres de culture entre 1988 et 2014. Enfin Diop (2018) a constaté que Fandène a une économie rurale fragile et non encadrée qui ne permet pas de dégager des plus-values importantes.

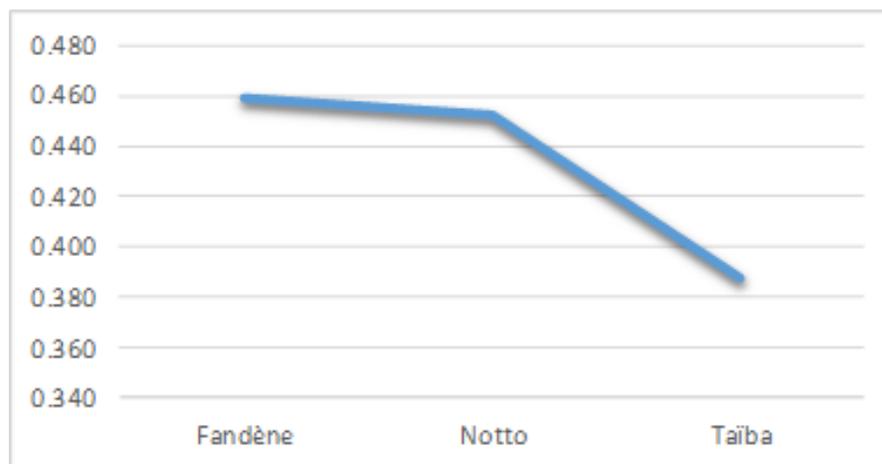


Figure 6 : Indice global de vulnérabilité

6 CONCLUSION

Cette étude a permis de montrer qu'avec 10 indicateurs, on peut mesurer la vulnérabilité des populations agricoles dans les trois communes rurales de Fandène, Notto Diobass et Taiba Ndiaye dans un contexte de dégradation des terres de culture, d'irrégularité dramatique des pluies d'une année à l'autre et d'incertitude de leur répartition. Les indicateurs relatifs à l'analphabétisme, à la dépendance aux activités sensibles au climat, à la taille de l'exploitation et surtout à l'accès et utilisation de l'information climatique contribuent grandement à la vulnérabilité des communes rurales de la zone d'étude. Par ailleurs, des défis multiples se posent à la construction d'indicateurs robustes. Nous en citerons deux : Premièrement, les concepts associés à la vulnérabilité sont complexes. Les différences notées dans la définition de la vulnérabilité sont source de confusion et rendent difficile le choix d'indicateurs fiables. Deuxièmement, la

vulnérabilité est difficile à mesurer car les indices composites reposent sur un croisement pondéré subjectif, voire arbitraire de statistiques, et agrègent souvent les données en moyennes, qui masquent les variations spatiotemporelles de la vulnérabilité à l'intérieur d'une même commune. Malgré les efforts déployés par les producteurs pour atténuer leur vulnérabilité, certains faits indiquent que dans tous les pays, le degré d'exposition des personnes et des biens augmente plus vite que le rythme auquel il est possible de réduire leur vulnérabilité. Ce qui entraîne de nouveaux risques et une augmentation constante des pertes et à d'importantes répercussions dans les domaines économique, social et environnemental, en particulier sur la population locale. D'où donc l'urgence de développer des approches scientifiquement robustes qui évaluent les vulnérabilités actuelles et surtout futures des populations sahéliennes.

7 REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Adger N : 2006. Vulnerability. *Global Environmental Change* 16(3): 268–281. DOI: 10.1016/j.gloenvcha.2006.02.006.
- Bage L : 2009. Les petits exploitants agricoles sont la clé de la sécurité alimentaire. Available at: <https://news.un.org/fr/story/2009/02/150912-fida-les-petits-exploitants-agricoles-sont-la-cle-de-la-securite-alimentaire>.
- Barroca B, DiNardo M and Mboumoua I : 2013. De la vulnérabilité à la résilience: mutation ou bouleversement? *EchoGéo* 24.
- Birkmann J, Kienberger S and Alexander D: 2014. Introduction Vulnerability: A key determinant of risk and its importance for risk management and sustainability. *Assessment of Vulnerability to Natural Hazards: A European Perspective*. Elsevier Inc. DOI: 10.1016/B978-0-12-410528-7.02001-4.
- Bosc PM, Eychenne D, Hussein K, Losch B and Mercoiret MR: 2002. The role of rural producer organisations (RPOs) in the World Bank rural development strategy. *Rural strategy background paper* 8: 159.
- Brooks N, Adger WN and Kelly PM: 2005. The determinants of vulnerability and adaptive capacity at the national level and the implications for adaptation. *Global Environmental Change* 15(2): 151–163. DOI: 10.1016/j.gloenvcha.2004.12.006.
- Cutter S L, Boruff BJ and Shirley WL: 2003. Social vulnerability to environmental hazards. *Social Science Quarterly* 84(2): 242–261. DOI: 10.1111/1540-6237.8402002.
- D'Ercole R, Thouret J-C, Dollfus O and Asté JP: 1994. Les vulnérabilités des sociétés et des espaces urbanisés: concepts,

- typologie, modes d'analyse. Revue de géographie alpine 82(4) : 87-96
- Deressa TT : 2010. Assessment of the vulnerability of Ethiopian agriculture to climate change and farmers' adaptation strategies. Doctoral dissertation, University of Pretoria. 127 p.
- Diop J : 2018. Dynamiques locales et construction territoriale: approche socio-anthropologique du processus de développement local dans la Commune rurale de Fandène (Thiès – Sénégal). Université Rennes 2. 596 p.
- Diouf A : 2011. Changement climatique et sexospécificité: vulnérabilité et adaptation au changement climatique des femmes cultivatrices de la communauté rurale de Ngayokhème (Fatick, Sénégal). In: In Actes du colloque Adaptation aux impacts du changement climatique (ed. CSE), Dakar, 2011. 17 p.
- FAO : 2015. La situation mondiale de l'alimentation et de l'agriculture 2015, Protection sociale et agriculture: Briser le cercle vicieux de la pauvreté rurale.167 p.
- Fatemi F, Ardalan A, Aguirre B, Mansouri N and Mohammadfam I: 2017. Social vulnerability indicators in disasters: Findings from a systematic review. International Journal of Disaster Risk Reduction 22(June 2016). Elsevier Ltd: 219–227. DOI: 10.1016/j.ijdrr.2016.09.006.
- FAYE A and Diallo M: 2011. Approche expérimentale du renforcement des capacités et de la mise au point d'outils pour le suivi et l'évaluation des initiatives d'adaptation aux effets du changement climatique. Dakar.80 p.
- Faye W, Orange D, Kane A, Niang AF and Minea I: 2017. Impacts de la variabilité climatique et de la pression démographique sur les ressources en eau du bassin de thysse kaymore (saloum-senegal). Lucrările seminarului geografic "dimitrie cantemir (44): 109–124.
- Fischer G, Hizsnyik E, Prieler S and Wiberg D: 2012. Scarcity and abundance of land resources: competing uses and the shrinking land resource base.58p.
- Gbetibouo GA and Ringler C: 2009. Mapping South African Farming Sector Vulnerability to Climate Change and Variability: A Subnational Assessment. In: Amsterdam Conference on the Human Dimensions of Global Environmental Change 'Earth System Governance: People, Places and the Planet', Amsterdam, 2009, p. 28.
- Gbetibouo GA, Ringler C and Hassan R : 2010. Vulnerability of the South African farming sector to climate change and variability: An indicator approach. Natural Resources Forum. Vol. 34, No. 3, pp. 175-187
- GERAD : 2008. Rapport étude de base de Taiba Ndiaye.59p.
- GIEC : 2014. Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Contribution du Groupe de travail II au cinquième Rapport 'évaluation. Cambridge.
- Hebb A and Mortsch L: 2007. Floods: Mapping vulnerability in the Upper Thames water shed under a changing climate. Project Report XI.53 p.
- Hinkel J: 2011. 'Indicators of vulnerability and adaptive capacity': Towards a clarification of the science-policy interface. Global Environmental Change 21(1): 198–208. DOI: 10.1016/j.gloenvcha.2010.08.002.
- Iglesias A, Quiroga S and Diz A: 2011. Looking into the future of agriculture in a changing climate. European Review of Agricultural Economics 38(3): 427–447. DOI: 10.1093/erae/jbr037.
- Kappes MS, Papathoma-Köhle M and Keiler M : 2012. Assessing physical vulnerability

- for multi-hazards using an indicator-based methodology. *Applied Geography* 32(2). Elsevier Ltd: 577–590. DOI: 10.1016/j.apgeog.2011.07.002.
- Kebe M and Charbit Y: 2007. Genre et vulnérabilité au Sénégal: les femmes chefs de ménage. *Revue européenne des migrations internationales* 23(3): 14 p.
- Lixin Y, Xi Z, Lingling G and Dong, Z : 2014. Analysis of social vulnerability to hazards in China. *Environ. Earth Sci* 71: 3109–3117.
- Lockheed M, Jamison D and Lau L : 1980. Farmer education and farm efficiency: a survey. *Economic Development and Cultural Change* 29: 37–76.
- Maiti S, Jha SK, Garai S, Nag A, Bera AK and Paul V: 2017. An assessment of social vulnerability to climate change among the districts of Arunachal Pradesh, India. *Ecological Indicators* 77. 105-113
- Mavhura E, Manyena B and Collins AE: 2017. An approach for measuring social vulnerability in context: The case of flood hazards in Muzarabani district, Zimbabwe. *Geoforum* 86(December 2016). Elsevier: 103–117. DOI: 10.1016/j.geoforum.2017.09.008.
- Mercoiret MR : 2006. Les organisations paysannes et les politiques agricoles. *Afrique contemporaine* 217(1): 135. DOI: 10.3917/afco.217.0135.
- Ndiaye M : 2009. Evaluation des effets des strategies d'adaptation aux changements climatiques sur les performances socio économiques des exploitants agricoles : cas des communautés rurales de Fandène et de Notto Diobass. *Ecole Nationale d'Economie Appliquée (ENEA)*.127 p.
- NOAA's Biogeography Branch: 2013. Sampling Design Tool for ArcGIS Instruction Manual. 16 p.
- O'Sullivan M, Rao A, Banerjee R, Gulati K and Vinez M.: 2014. *Levelling the field: Improving opportunities for women farmers in Africa*. Washington, DC. 86p.
- Organisation Météorologique Mondiale (OMM) : 2014. Plan de mise en œuvre du Cadre mondial pour les services climatologiques.100p.
- Ouédraogo M, Zougmore R, Barry S, Somé L and Grégoire B : 2015. The value and benefits of using seasonal climate forecasts in agriculture : evidence from cowpea and sesame sectors in climate-smart villages of Burkina Faso. *CCAFS Info Note (September)*: 1–4pp.
- Partey ST, Zougmore RB, Ouédraogo M and Campbell B M: 2018. Developing climate-smart agriculture to face climate variability in West Africa: Challenges and lessons learnt. *Journal of Cleaner Production* 187. Elsevier: 285–295. DOI: 10.1016/J.JCLEPRO.2018.03.199.
- Piya L, Joshi NP and Maharjan KL: 2016. Vulnerability of Chepang households to climate change and extremes in the Mid-Hills of Nepal. *Climatic Change* 135(3–4): 521–537. DOI: 10.1007/s10584-015-1572-2.
- Pouye D : 2010. Perception genre face aux changements climatiques dans les communautés rurales de Fandène, Taïba Ndiaye, Notto Diobass. *UCAD*. 115p.
- Rolleston C: 2011. Educational Access and poverty reduction: The case of Ghana 1991–2006. *International Journal of Educational Development* 31(4). Pergamon: 338–349. DOI: 10.1016/J.IJEDUDEV.2011.01.002.
- Sall A and Dieye AM: 2011. Adaptation aux impacts du changement climatique. In: (ed. CSE), Dakar, 2011, p. 400.
- Sall A, Touré A, Kane A and Niang AF: 2018. Contribution à l'étude de la vulnérabilité

- des terres de cultures de la région de Thiès (Sénégal) à l'aide de la télédétection et des systèmes d'information géographique. Article soumis: 24p.
- Sanogo D, Camara BA, Diop M, Ndiaye O, Ky-Dembélé C and Bayala J : 2016. Mise en place d'un Village Intelligent face au Climat pour la réduction des risques climatiques et de l'insécurité alimentaire à Daga-Birame, Sénégal. 24p.
- The World Bank: 2017. 3.1 World Development Indicators: Rural environment and land use. Available at: <http://wdi.worldbank.org/table/3.1>.
- Touré A, Temgoua E, Guenat C and Elberling B: 2013. Land Use and Soil Texture Effects on Organic Carbon Change in Dryland Soils, Senegal. *Open Journal of Soil Science* 3(October): 253–262. DOI: 10.4236/ojss.2013.36030.
- UNISDR : 2015. Cadre d'action de Sendai pour la réduction des risques de catastrophe 2015-2030. 40p.
- Zorom M, Barbier B, Mertz O and Servat E: 2013. Diversification and adaptation strategies to climate variability: A farm typology for the Sahel. *Agricultural Systems* 116. Elsevier: 7–15. DOI: 10.1016/J.AGSY.2012.11.004.

Annexes Tableau : valeur de l'indice de vulnérabilité des sous-composantes de vulnérabilité

Facteurs de vulnérabilité sociale (Composante majeure)	Indicateurs (sous-composante)	Indice sous-composante	Indice composante majeure				
			Communes rurales	Fandene	Notto	Taiba	Fandene
Démographique	Densité de population (Km2)	0.103	0.186	0.203	0.274	0.307	0.335
	Taux de dépendance	0.243	0.290	0.188			
	Analphabétisme	0.520	0.510	0.600			
	Femmes chef de ménage	0.230	0.240	0.350			
Economique	Indice de diversification	0.270	0.200	0.270	0.400	0.433	0.390
	Activités sensibles au climat	0.512	0.617	0.547			
	Superficie de l'exploitation	0.721	0.700	0.693			
	Non dépendance à l'élevage	0.100	0.215	0.050			
Sociale	Non accès et utilisation information climatique	0.805	0.835	0.675	0.702	0.617	0.437
	Non appartenance à des organisations de producteurs	0.600	0.400	0.200			
Indice général de vulnérabilité sociale					0.459	0.452	0.388