

Centre africain de recherche scientifique et de formation
Notes de recherche scientifique
du Cres
N°6, Mars 2018
www.cres-edu.org

Approche par configurations de la résilience de l'agriculture vivrière aux risques climatiques au Burkina Faso

G. TAPSOBA / MARE

Centre d'analyse des politiques économiques et sociales (CAPES)

Ouagadougou, Burkina Faso,

gmaretapsoba@gmail.com

Résumé :

Le Burkina Faso est aujourd'hui engagé dans des dynamiques multiples pour la résilience de sa population, de ses systèmes naturels et économiques aux risques de catastrophes et aux changements climatiques. Le but de ces dynamiques est la sécurisation des acquis et perspectives de développement. Le secteur de l'agriculture, en raison de la place primordiale qu'il occupe dans le développement socio-économique, pourrait jouer le rôle de socle pour la construction de cette résilience. L'objectif de cette note de recherche est de proposer un ensemble de référentiels d'impacts, de vulnérabilité et de résilience d'aide à la décision innovants pour une amélioration de la gouvernance et des processus de résilience pour le secteur de l'agriculture. De manière spécifique, nous proposons des configurations de résilience par des approches nouvelles de la résilience de ce secteur. Une méthodologie de recherche permettant d'élaborer des référentiels globaux et spécifiques relatifs aux impacts, à la vulnérabilité et à la résilience a été utilisée. Elle remplace les systèmes étudiés par des analogues mathématiques et permet de considérer individuellement les dimensions de ces systèmes.

Mots clés : Burkina Faso, gouvernance agricole, changements climatiques, résilience.

I. Introduction

Le secteur rural est le principal pilier de l'économie au Burkina Faso (CSLP, 2000). Il contribue pour 40% (agriculture 25%, élevage 12%, foresterie et pêche 3%) au produit intérieur brut (PIB), procure environ 60% des recettes d'exportation et absorbe en moyenne 30 à 35% du programme d'investissement public (CSLP, 2000). Il assure des emplois à 86% de la population et 45% des revenus des ménages agricoles (RGPH, 2006).

Le développement de l'agriculture a toujours été au centre des préoccupations de l'Etat burkinabè. Il l'a inséré dans une vision globale de lutte contre la pauvreté. A l'issue de la période des programmes d'ajustement structurels en 1990, la Lettre de Politique de Développement Agricole (LPDA) élaborée en 1992 définit les rôles régaliens de l'Etat. En 1995, le Gouvernement a adopté la Lettre d'Intention de Politique de Développement Humain Durable (LIPDHD). Elle a servi aux

travaux de formulation du CSLP en 1999. Dans ce cadre stratégique adopté en 2000 et révisé en 2003, l'agriculture est portée en instrument économique de première place. Les insuffisances du CSLP, notamment la faiblesse de la prise en compte de la vulnérabilité du secteur rural due aux aléas climatiques, l'accroissement insuffisant de la productivité agricole et la faible diversification des revenus expliquant la persistance de l'insécurité alimentaire et économique des ménages ruraux, ont conduit à l'élaboration de la Stratégie de Développement Rural (SDR) en 2003. La SDR est en cohérence avec le CSLP. En 2010, la Stratégie de Croissance Accélérée et de Développement Durable (SCADD) a été adoptée en remplacement du CSLP. Elle prévoit pour le secteur rural, un taux de croissance du PIB agricole de 10,7% par an pendant cinq ans (2011-2015). La SCADD s'est inspirée de la SDR. A l'issue du bilan de la SCADD et en faveur du changement de l'environnement politique au Burkina Faso, le Programme National de Développement Economique et Social (PNDES) a été adopté pour la période 2016-2020. Le bilan de la SCADD effectué en 2016, fait état d'un PIB agricole de 1,8% par an, d'une augmentation céréalière de 2% par an, de la dépendance persistante du sous-secteur de l'agriculture aux aléas climatiques, de l'intensification insuffisante de la production agricole, de la faible durabilité du système agricole. L'avènement du PNDES est attendu sur le chantier de ces insuffisances.

Pour opérationnaliser ces différentes stratégies, des programmes ont été élaborés pour le secteur rural en général et pour l'agriculture en particulier, le Programme National du Secteur Rural (PNSR), le Programme National de Développement de l'Agriculture Irriguée (PNDAI). Au niveau sous régional, des stratégies et programmes ont été déployés pour améliorer la contribution du secteur rural à la création de richesses. On peut citer entre autres, le Nouveau Partenariat pour le Développement de l'Afrique (NEPAD). Il exprime une nouvelle vision de l'Afrique en vue d'éradiquer rapidement la pauvreté et créer les conditions d'une croissance économique et d'un développement durable. Le Programme Détaillé pour le Développement de l'Agriculture Africaine (PDDAA) élaboré avec l'assistance de la FAO, constitue le volet agricole du NEPAD adopté par le Sommet de l'Union Africaine tenu à Maputo (Mozambique) en juillet 2003.

En dépit de tous ces efforts, l'agriculture vivrière, socle de l'économie nationale et de la sécurité alimentaire, reste encore sujette à différentes contraintes. Elles sont principalement liées aux risques climatiques, dont les sécheresses, les hausses de température, les invasions acridiennes, les invasions aviaires, les inondations, les vents violents. Les effets adverses de ces risques sur l'agriculture génèrent des conséquences pour, l'économie, la vie sociale, la sécurité alimentaire, les politiques de développement et l'organisation institutionnelle. La principale contrainte est l'interrelation forte entre l'agriculture vivrière et la pluviométrie. L'agriculture au Burkina Faso est vulnérable aux risques climatiques et ne joue pas pleinement son rôle de contribution à la création des richesses.

Pour mettre cette agriculture à l'abri des risques climatiques et sécuriser sa contribution au développement économique et social, il sera nécessaire de revisiter les schémas actuels de résilience aux risques climatiques de ce secteur pour plus d'efficacité et de performance.

L'objectif principal de cette note de recherche est de proposer un ensemble de référentiels d'aide à la décision susceptibles d'améliorer de manière significative les politiques et approches de résilience du secteur de l'agriculture vivrière. De manière spécifique, une approche de la résilience sur la base de configurations et opérateurs de résilience est suggérée.

II. Méthodologie et données

1. Revue de la littérature

Il existe de nos jours une importante littérature scientifique relative aux impacts des changements climatiques sur l'agriculture et sur la résilience de ce secteur.

Selon les projections du Groupe d'experts Intergouvernemental sur l'Evolution du Climat (GIEC, 2013), les changements climatiques porteront atteinte à l'agriculture et à la sécurité alimentaire. Les impacts projetés d'ici le milieu du XXI^e siècle et au-delà, à défaut d'une adaptation des cultures dans les zones tropicales et tempérées, seront des effets négatifs sur la production agro-sylvo-pastorale et halieutique. Au Burkina Faso, la baisse de la pluviométrie combinée avec l'élévation de la température induira une baisse des rendements du mil (PANA, 2007). Dans les régions du Sud, et sur les sols à faible réserve utile en eau, les rendements du maïs vont fortement régresser du fait du déficit hydrique des mois de juillet, août et septembre (SP/CONEDD, 2006). Les conditions climatiques moyennes de production agricole devenant moins favorables, la moindre poche de sécheresse ou le moindre déficit pluviométrique engendrera un déficit céréalier. Il pourrait en résulter des crises alimentaires plus sévères et plus fréquentes, avec des répercussions graves sur l'économie du pays, qui est essentiellement agricole, sur le milieu naturel et surtout sur les populations rurales aux revenus essentiellement agricoles.

Dans les pays en développement, la production agricole pourrait être gravement compromise en raison de la perte de terres fertiles, de la réduction du temps prévu pour la croissance et le développement des cultures, plus d'incertitude quant aux choix des spéculations et au calendrier cultural, l'aggravation de l'insécurité alimentaire et l'augmentation du nombre de personnes menacées par la faim (UNFCCC, 2006). Les rendements des cultures pluviales pourraient être réduits de moitié d'ici à 2020 dans certains pays. Les revenus nets des récoltes pourraient diminuer de 90% d'ici à 2100 (GIEC, 2014).

Des options de résilience ont été proposées, notamment, la pratique du zaï, du paillage, de l'agroforesterie, la réalisation des demi-lunes, des cordons pierreux, des fosses fumières, l'utilisation des semences améliorées (PANA, 2007). Diverses publications sur les changements climatiques présentent des mesures de résilience dont entre autres, adopter une approche globale pour renforcer la résilience et réduire la pauvreté dans les zones rurales grâce à des systèmes de protection sociale sensibles aux risques et aux chocs climatiques. Ce sont entre autres, travailler avec les pays pour surveiller et réduire les émissions provenant de la déforestation et de la dégradation (REDD +). Il est indiqué de renforcer la séquestration du carbone à travers la conservation, la gestion et l'expansion des forêts. Il est aussi conseiller de promouvoir l'engagement et les investissements des producteurs forestiers et des petites exploitations du secteur privé et des petits exploitants dans les activités forestières et d'utilisation des terres respectueuses du climat. On note, la nécessité de soutenir une gestion améliorée des ressources naturelles, par exemple la gestion durable des terres et de l'eau, la conservation des sols et les cultures résilientes, l'amélioration des prévisions météorologiques et climatiques et communiquer ces informations aux agriculteurs (FAO, 2017).

La littérature scientifique aborde encore relativement le concept de configuration de résilience qui traduit des états possibles de l'agriculture, états sous lesquels les impacts des risques climatiques sont significativement atténués.

Cette note de recherche s'inscrit dans cette perspective en établissant des configurations de vulnérabilité et de résilience pour l'agriculture vivrière au Burkina Faso.

2. Zone et système d'études

Le Burkina Faso est situé au centre de la zone soudano-sahélienne de l'Afrique de l'Ouest comme le montre la carte (1). Une situation qui l'expose particulièrement aux effets néfastes de la variabilité et des changements climatiques.



Carte 1 : Localisation du Burkina Faso sur la carte de l'Afrique

Source : worldmap.com



Carte 2 : Découpage régional du Burkina Faso

Source : IGB, Burkina Faso

Le climat au Burkina Faso, est de type tropical à dominance soudano-sahélienne, caractérisé par l'alternance entre une courte saison de pluies et une longue saison sèche. La continentalité du pays et sa position à la lisière du Sahara prédisposent les éléments du climat à une forte variabilité diurne et annuelle. On distingue traditionnellement trois zones climatiques qui sont : la zone sahélienne au nord avec une pluviométrie moyenne annuelle inférieure à 600 mm, la zone nord soudanienne au centre avec une pluviométrie moyenne annuelle comprise entre 600 et 900 mm et la zone sud soudanienne au sud avec une pluviométrie moyenne annuelle supérieure à 900 mm, avec une saison des pluies de près de 6 mois.

La projection sur l'évolution de la pluviométrie présente une diminution relativement faible correspondant à -3,4% en 2025 et à -7,3% en 2050 (PANA, 2007). La diminution de la pluviométrie sera doublée d'une très forte variabilité interannuelle et saisonnière. Les mois de juillet, août et septembre auront des diminutions de 20 à 30% de leur pluviométrie actuelle tandis que le mois de novembre connaîtra des augmentations de 60 à 80% de sa pluviométrie (PANA, 2007). Mais ces dernières quantités resteront faibles en valeur absolue. Ces trois mois sont significatifs pour la production céréalière. Ces diminutions projetées seront donc dommageables à l'agriculture vivrière.

Le système d'étude est l'agriculture vivrière. Les dimensions ou les composantes de ce système qui vont être considérées sont la production vivrière, la contribution de l'agriculture vivrière à la sécurité alimentaire, la contribution de l'agriculture vivrière à l'économie nationale, le financement du secteur de l'agriculture vivrière et sa gouvernance. Elle se distingue de l'agriculture de rente et des cultures maraîchères.

3. Cadre conceptuel

3.1. Equation d'impact

Le cadre conceptuel de cette recherche est l'équation d'impact, proposée dans des études antérieures (Badolo, 2013).

Soient S un système donné et e un état de ce système. L'équation d'impact des risques climatiques est une équation qui permet de caractériser les états de S en termes de vulnérabilité ou de résilience à un risque climatique ou de catastrophe r . Elle est :

$$\hat{R}e = d \quad (1)$$

L'équation (1) précise que \hat{R} est un opérateur associé au risque r et d est l'ensemble des impacts directs et indirects induits par r .

Si $d \neq \emptyset$, alors le système S est vulnérable au risque r , sous l'état (e) ; à l'inverse, si $d = \emptyset$, alors le système S est résilient au risque r , sous l'état (e).

3.2. Processus et opérateurs de résilience

Sur le plan théorique, un processus de résilience se fonde sur un opérateur de résilience A_r , tel que :

$$A_r e_v = e_r \quad (2)$$

Où e_v est un état de vulnérabilité du système S et e_r est un état de résilience dudit système.

L'équation (2) indique que l'opérateur A_r change l'état du système S , qui passe d'une configuration de vulnérabilité à une configuration de résilience.

3.3. Les enveloppes de vulnérabilité

La vulnérabilité est l'information de base qui oriente la formulation des processus de résilience aux risques climatiques. En pratique, elle résulte de la combinaison d'une série de facteurs, dits facteurs de vulnérabilité. Pour un risque r , l'ensemble V_r de ces facteurs est fonction de l'ensemble d . Un élément de V_r est une caractéristique ou un caractère du système S ou du contexte de ce système qu'il faudrait adresser pour passer de la configuration $d \neq \emptyset$ à la configuration $d = \emptyset$.

En pratique, on identifie les éléments de V_r suivant le processus décrit par la figure (1).

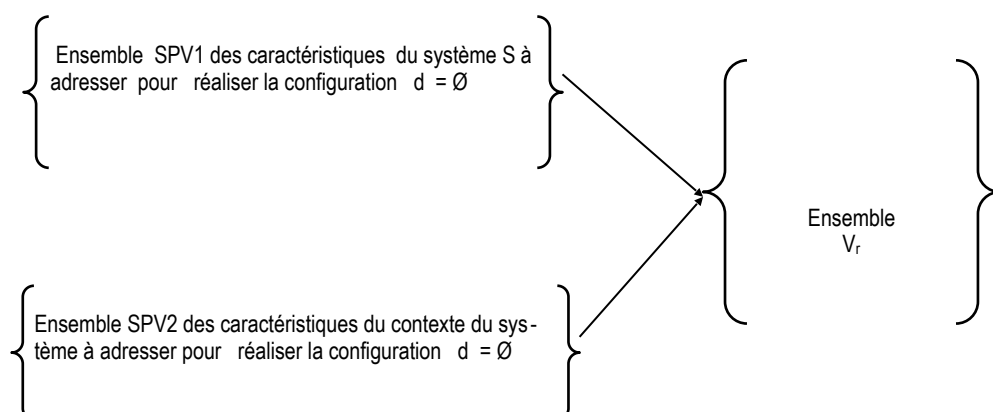


Figure (1) : Processus d'identification des facteurs de vulnérabilité

Le contexte du système signifie le contexte environnemental, économique, social, humain, scientifique, technique, technologique, institutionnel et politique.

En pratique, l'ensemble V_r , formellement un tableau, est décomposé en enveloppe de vulnérabilité socio-économique vre_social , $vre_environnemental$, $vre_économique$, $vre_institutionnel$, $vre_politique$, $vre_scientifique$, $vre_technologique$, comme le montre la figure (2).

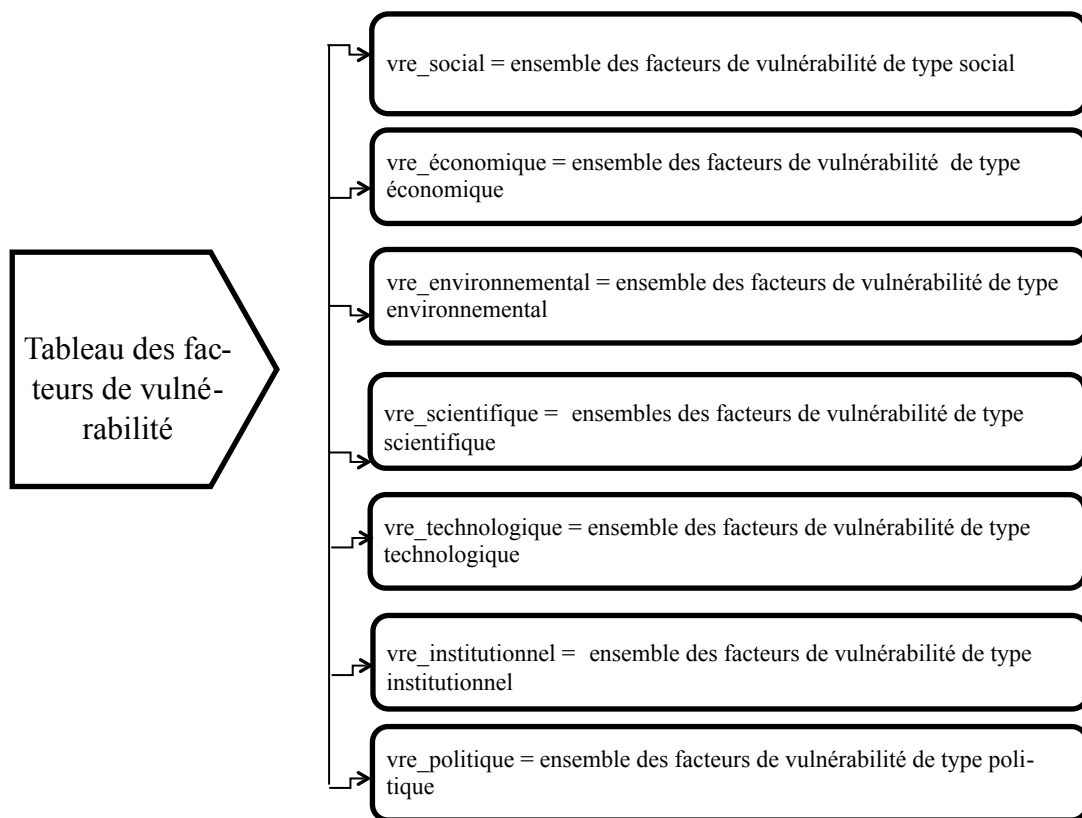


Figure (2) : Enveloppes de facteurs de vulnérabilité

4. Méthode scientifique

Le modèle Climprospect, qui est illustré par la figure (3), est l'approche méthodologique qui sera utilisée pour l'élaboration du cadre de référence pour la résilience (Gahi et al., 2015). Il met en œuvre une démarche en plusieurs séquences : 1) spécification d'un vecteur e associé au système considéré, 2) spécification d'un vecteur risque r et d'un spectre de scénarios de changements climatiques, 3) identification des impacts du vecteur r et des changements climatiques, 4) élaboration des classes de vulnérabilité et du spectre des défis liés aux changements climatiques et 5) élaboration du cadre de référence pour la résilience.

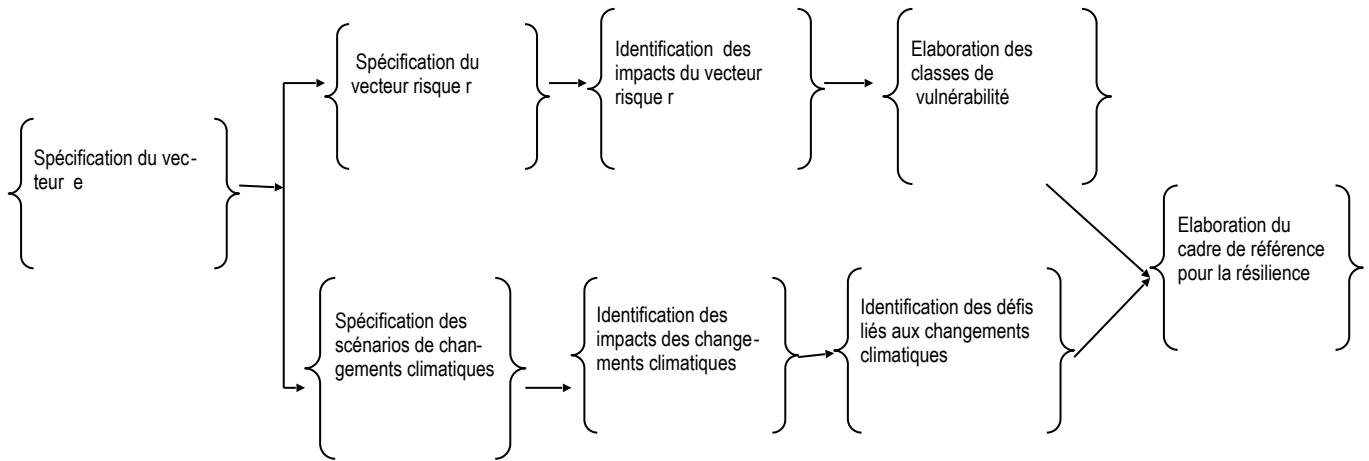


Figure (3) : illustration schématique du modèle Climprospect

5. Données

Pour conduire la présente recherche, plusieurs séries de données ont été utilisées. Elles ont respectivement trait à la pluviométrie, l'agriculture vivrière, aux dépenses publiques en soutien à l'agriculture et à la sécurité alimentaire, au produit intérieur brut, aux prix des céréales sur les marchés.

III. Résultats

Les résultats portés par la présente note de recherche intègrent de multiples référentiels d'impacts, de vulnérabilité et de résilience.

1. Variables de base

Les variables de base sont les fondamentaux de cette recherche. Elles sont le vecteur système et le vecteur risque climatique.

1.1. Vecteur système

Dans cette note de recherche, le vecteur système associé à l'agriculture est un vecteur de dimension cinq. Ses composantes se rapportent respectivement à la production vivrière, la contribution de l'agriculture vivrière à la sécurité alimentaire, la contribution de l'agriculture vivrière à l'économie nationale, le financement du secteur et sa gouvernance. Elles sont représentées par :

- *e1 : production vivrière*
- *e2 : contribution de l'agriculture vivrière à la sécurité alimentaire*
- *e3 : contribution de l'agriculture vivrière à l'économie nationale*
- *e4 : financement du secteur de l'agriculture vivrière*
- *e5 : gouvernance du secteur de l'agriculture vivrière*

1.2. Vecteur risque climatique

Le vecteur risque (r) climatique de cette recherche est un vecteur à trois composantes, qui sont :

- *r1 : sécheresses*
- *r2 : invasions acridiennes*
- *r3 : inondations*

Le choix des composantes du vecteur (r) se fonde sur diverses études antérieures à l'échelle nationale et internationale (PANA, 2007 ; UNFCCC, 2006 ; Dipama, 2016 ; FAO, 2017) qui ont traité des risques r1 et r3.

Globalement, les sécheresses sont les risques climatiques pour le secteur de l'agriculture au Burkina Faso et dans les pays Sahéliens. En effet, les sécheresses chroniques accélèrent la déforestation et la désertification. Celles des années 1970 ont provoqué un manque d'eau et une famine qui ont entraîné de nombreuses pertes en vies humaines, la décimation du cheptel et de la faune aggravant ainsi la pauvreté (PANA, 2007). La figure (3) montre l'évolution interannuelle de la pluviométrie sur la période 1997-2012 dans plusieurs régions du Burkina Faso. La région du Centre, du Sahel et des Hauts Bassins sont prises en exemple conformément à la classification climatique du Burkina Faso en trois zones. Elle montre singulièrement plusieurs épisodes de sécheresse dans ces régions. Pour la région du Sahel représentée par Dori, les années 2000, 2004, 2006 ont été des années de fortes sécheresses où les pluviométries moyennes annuelles étaient en deçà de 400 mm comme le montre les points d'inflexion de la courbe jaune.

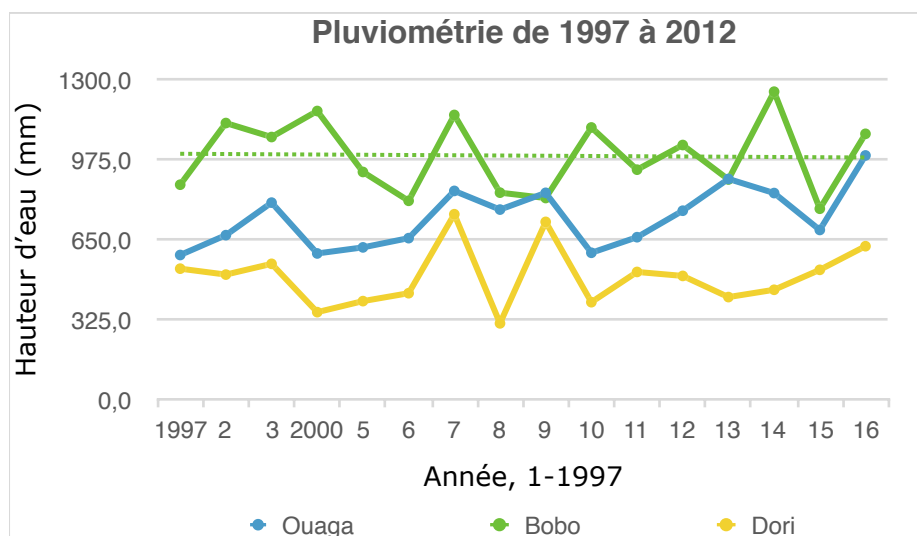


Figure (3): Evolution interannuelle de la pluviométrie dans trois régions du Burkina Faso

Source : Direction de la Météorologie

Le choix de r2 se justifie par le fait qu'en la faveur des changements climatiques certains ravageurs biotiques (criquets, chenilles, oiseaux granivores, etc.) se sont multipliés en causant des crises épisodiques et récurrentes.

2. Référentiels d'impacts

Les référentiels d'impacts sont des sous-ensembles d'impacts qui rendent compte de l'emprise directe ou indirecte du climat sur un système donné, le secteur de l'agriculture au Burkina Faso pour le cas présent. Ils comprennent le tableau des impacts, les spectres des impacts, les enveloppes d'impacts et les familles d'impacts.

2.1. Tableau des impacts

Le tableau des impacts est le principal référentiel d'impacts. L'intérêt de ce tableau est essentiellement scientifique ; il est utilisé pour élaborer des référentiels d'impacts plus pratiques.

Chaque cellule de ce tableau établit les impacts directs et indirects d'un élément du vecteur risque (r) sur une composante donnée du vecteur système (e). De ce fait, un tableau des impacts est de

format (m, n) où m est la dimension du vecteur système (e) et n la dimension du vecteur risque (r). Pour le cas de l'agriculture vivrière au Burkina Faso, il est le tableau (A), de format (5,3).

Tableau (1): Tableau des impacts pour le secteur de l'agriculture au Burkina Faso

Composantes du vecteur (e)	r1	r2	r3
e1	a11	a12	a13
e2	a21	a22	a23
e3	a31	a32	a33
e4	a41	a42	a43
e5	a51	a52	a53

Chaque cellule a_{ij} ($i=1, \dots, 5$; $j=1, \dots, 3$) de ce tableau décrit le sous-ensemble des impacts directs et indirects du risque r_j sur la composante e_i du vecteur (e). En pratique, a_{ij} est formé d'une chaîne d'impacts dont les éléments sont : e_{irjdo} , e_{irjd1} , $e_{irjd2}, \dots, e_{irjdk}$, k est la longueur de la chaîne, $k=5$ dans le cas présent.

Dans une chaîne d'impacts : a) e_{irjdo} est l'impact direct du risque r_j sur la composante e_i du vecteur (e) ; b) e_{irjd1} est l'impact indirect d'ordre 1 du risque r_j sur e_i , il est la conséquence immédiate la plus importante de e_{irjdo} ; c) e_{irjd2} est l'impact indirect d'ordre 2 du risque r_j sur e_i , il est la conséquence immédiate la plus importante de e_{irjd1} , ... e_{irjdk} est l'impact indirect d'ordre k de r_j sur e_i , il est la conséquence immédiate la plus importante de $e_{irjd(k-1)}$.

A titre indicatif, les éléments de la composante a11 représentent le sous-ensemble des impacts vécus lorsque la sécheresse affecte la production agricole au Burkina Faso :

$a_{11} = \{baisse\ de\ la\ production,\ déficits\ d'approvisionnement\ des\ marchés\ en\ produits\ vivriers,\ flambée\ des\ prix\ des\ céréales,\ dégradation\ de\ la\ situation\ alimentaire,\ augmentation\ des\ besoins\ d'importation\ des\ céréales\}$.

Les impacts majeurs portés par le tableau (A) sont la baisse de la production, la flambée des prix des vivres sur les marchés, la détérioration de la situation alimentaire, la contraction de l'apport financier de l'agriculture vivrière au budget de l'Etat.

Depuis 2003 à Maputo, les Chefs d'Etat et de gouvernement du continent africain ont suggéré d'allouer 10% du budget national de leur pays au financement en soutien à l'agriculture et à l'alimentation (FAO, 2014). L'agriculture d'une manière générale au Burkina Faso a enregistré des acquis après cette déclaration. Sur la période 2006-2013, le budget approuvé en soutien à l'agriculture et à l'alimentation est passé de 170,6 milliards de FCFA en 2006 à 280,3 milliards de FCFA en 2013, avec une hausse de 64,3% et une croissance annuelle moyenne de 8,6%. Les dépenses effectives, quant à elles, ont augmenté de 144,7 milliards de FCFA à 215,6 milliards de FCFA, avec une hausse de 49% et une croissance annuelle moyenne de 8,9%, comme le montre le Tableau (2).

Tableau (2) : Dépenses publiques en soutien à l’agriculture et à l’alimentation (DPAA) au Burkina Faso (milliards de FCFA), 2006-2013

Types de budget	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Budget approuvé	170,6	186,1	179,4	211,1	186,9	190,1	276,3	280,3
Dépenses effectives	144,7	134,6	124,1	157,1	168,7	115,4	175,5	215,6
Taux décaissement	84,8%	72,3%	69,2%	74,4%	90,2%	60,6%	63,5%	76,9%

Source: DGB, 2014.

La destination de ces dépenses est plus orientée sur l’aide gouvernementale pour l’alimentation lors de crises sociales liées aux déficits alimentaires. La part de dépenses réelles destinées à l’agriculture vivrière se résume dans une infime partie aux acquisitions de semences, d’engrais, de produits phytosanitaires et d’équipements agricoles.

Les retombées de ces efforts de financement devraient profiter directement à la réduction des impacts des risques climatiques sur l’agriculture vivrière. Si le système de production vivrière n’est pas financé dans l’établissement de sa résilience, cela occasionnera des gros efforts de financement des troubles sociaux inhérentes. La relecture du programme national du secteur rural (PNSRII) de 2017, fixe les perspectives de l’agriculture vivrière en termes d’objectif principal, il est d’assurer la sécurité alimentaire et nutritionnelle par le développement durable d’un secteur agro-sylvo-pastoral, halieutique et faunique productif et résilient, davantage orienté vers le marché. Les impacts des risques climatiques sur l’agriculture vivrière rendront difficiles l’atteinte de cet objectif si les pratiques restent en l’état.

2.2 Spectres d’impacts

Un spectre d’impacts est un sous-ensemble d’impacts associé à un risque ou à un ensemble de risques. Il décrit le champ des impacts directs ou indirects de ce risque ou de cet ensemble de risques sur le système étudié. Les sous-ensembles, dr1e, dr2e, dr3e sont les spectres d’impacts élaborés dans cette note de recherche.

Le spectre d’impacts dr1e représente le champ des impacts du risque r1, c’est à dire les sécheresses, sur le secteur de l’agriculture vivrière au Burkina Faso. Ses éléments incluent :

dr1e = {baisse de la production, déficit d’approvisionnement des marchés en produits vivriers, flambée des prix des céréales, dégradation de la situation alimentaire, augmentation du besoin d’importation des céréales, altération de la contribution de l’agriculture à la sécurité alimentaire, réallocation budgétaire pour pallier au déficit alimentaire, retard dans la mise en place du développement, persistance de la dépendance alimentaire, déficits de croissance économique, faible niveau de contribution de l’agriculture vivrière au PIB, insuffisances d’apport financier de l’agriculture vivrière au budget de l’Etat, déficiences de richesses à distribuer, augmentation substantielle du besoin de budget alloué au secteur de l’agriculture et de l’alimentation, sous-

financement des autres secteurs d'investissements prioritaires, insuffisances d'équilibre dans le développement, dégradation du contexte social, réticence des investisseurs privés à investir dans l'agriculture, augmentation de la sollicitation du ministère en charge de l'agriculture, perturbation de son programme d'activités et du budget annuel, insatisfaction du bilan physique et financier d'exécution des activités, perturbation des politiques de développement, essor économique du pays mitigé }.

La figure (4) illustre l'évolution interannuelle de la production agricole au Burkina Faso. Elle montre plusieurs points d'inflexion par rapport à la moyenne linéaire, c'est-à-dire des baisses de production agricole pendant que le niveau normal ne couvre pas les besoins de consommation de la population actuelle.

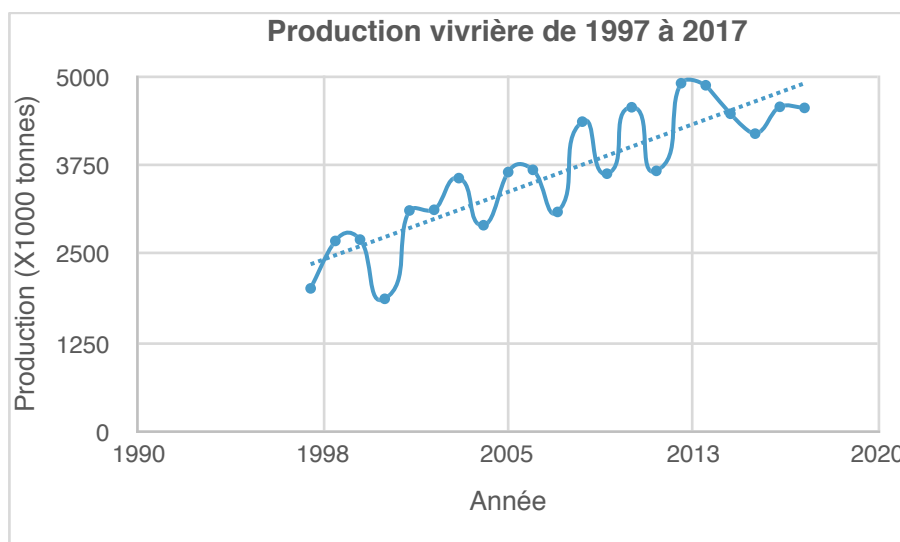


Figure (4) : Evolution de la production vivrière entre 1997 et 2017

Source : MAAH, 2017

La figure (5) décrit l'évolution sur la période 2007 à 2016 du prix du maïs blanc sur le marché de Pouytenga. On note que les années de sécheresses sont aussi des années de hausse des prix des denrées agricoles.

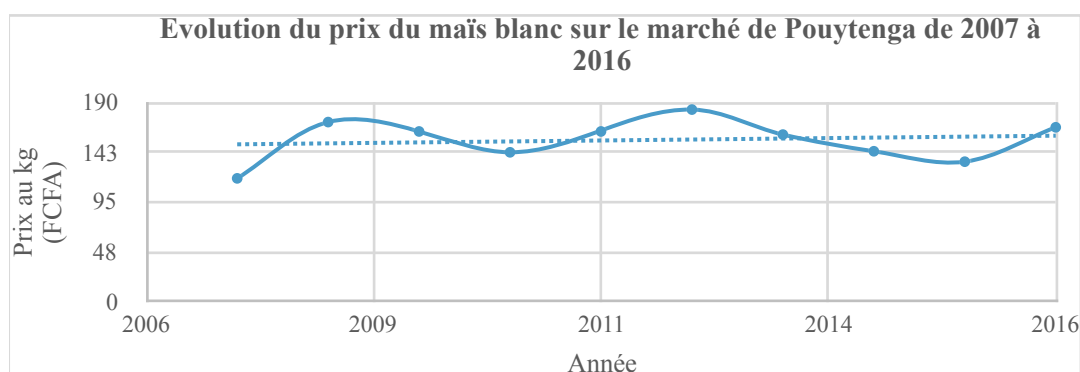


Figure (5) : Evolution du prix du maïs blanc sur le marché de Pouytenga de 2007 à 2016

Source : Annuaire statistique SIM SONAGESS, 2016

Au cours d'une année (n) si la saison pluvieuse est déficitaire, la flambée des prix des céréales est plus cruciale l'année (n+1). C'est le cas de l'année 2011 où la moyenne pluviométrique a été faible sur les trois postes, Ouaga = 689,4 mm, Bobo Dioulasso = 775,4 mm et Dori = 527,7 mm. Le bilan céréalier national a été affecté par ce déficit pluviométrique. 3 666 400 tonnes ont été estimées en

2011 contre 4 560 600 tonnes en 2010, année où les hauteurs d'eau ont été plus satisfaisantes. La production ayant été mitigée en 2011, le constat sur le graphique est une flambée des prix au-dessus de la courbe moyenne des tendances.

Une des conséquences indirectes de la sécheresse retenues dans cette recherche est la participation de l'agriculture au Produit intérieur brut (PIB). La figure (6) le met effectivement en évidence. Seule l'année 1998 a connu une contribution de l'agriculture vivrière de 3,9% au PIB (MINEFID, 2017).

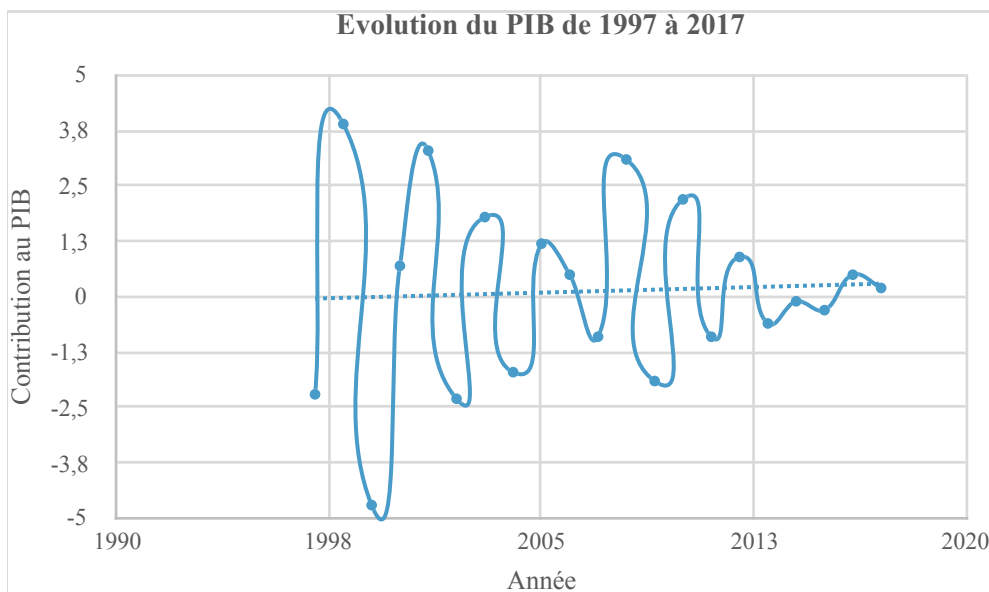


Figure (6) : Evolution de la contribution de l'agriculture vivrière au PIB de 1997 à 2017

Source : MINEFID (Instrument Automatique de Prévision; IAP)

Le spectre d'impacts dr_{2e} représente le champ des impacts du risque r_2 , c'est à dire les invasions acridiennes, sur le secteur de l'agriculture vivrière au Burkina Faso. Il comprend :

$dr_{2e} = \{$ endommagement des cultures dans les exploitations agricoles, baisse de la production agricole, perturbation de l'approvisionnement des marchés en produits vivriers, fluctuations incontrôlées des prix des produits vivriers, rôle limité de l'agriculture vivrière dans l'autosuffisance alimentaire, perturbation de la situation alimentaire des ménages agricoles déficitaires, réduction de la contribution de l'agriculture vivrière à la création des richesses, dégradation du niveau de vie des ménages ruraux, forte dépendance du pays aux aides alimentaires, augmentation de la fragilité de l'économie nationale, augmentation du niveau de pauvreté des ménages ruraux, augmentation du besoin de budget alloué au secteur rural, perturbation des budgets alloués aux autres secteurs de développement, troubles sociaux, méfiance des investisseurs privés à investir dans l'agriculture vivrière, augmentation de la sollicitation du ministère en charge de l'agriculture, perturbation du programme d'activités et du budget annuels du ministère en charge de la sécurité alimentaire, non atteinte de certains objectifs programmés, perturbation des politiques de développement, persistance du besoin de développement du secteur de l'agriculture $\}$.

Il y a des similitudes entre les impacts vécus en présence des sécheresses et ceux vécus lorsqu'il y a des invasions acridiennes.

Le spectre d'impacts dr3e représente le champ des impacts du risque r3, c'est à dire les impacts des inondations sur le secteur de l'agriculture vivrière au Burkina Faso. Il est :

dr3e = {*endommagement des cultures dans les exploitations agricoles, baisse de la production, baisse du niveau d'approvisionnement des marchés en produits vivriers, instabilité des prix des céréales, rétention des stocks au niveau des commerçants, flambée des prix des denrées alimentaires, perturbation de la situation alimentaire des ménages agricoles déficitaires, augmentation du besoin d'importations des vivres, altération de la contribution de l'agriculture à la sécurité alimentaire, dégradation du pouvoir d'achats des ménages agricoles, forte dépendance aux aides alimentaires, réduction de la contribution de l'agriculture vivrière au PIB, réduction des capacités endogènes d'investissements de l'Etat, augmentation du besoin de budget alloué au secteur de l'agriculture, perturbation des budgets des autres secteurs de développement, réduction des financements des autres secteurs prioritaires, insuffisance d'équilibre dans le développement, troubles sociales, méfiance des investisseurs privés à investir dans l'agriculture, augmentation de la sollicitation du ministère en charge de l'agriculture et de celui en charge de l'action sociale et des secours d'urgence, perturbation de leur programme d'activités et du budget annuel, non atteinte de certains objectifs programmés, perturbation des politiques de développement, persistance du besoin de développement du secteur de l'agriculture*}.

Les impacts inhérents au risque r3 sont plus imprévisibles en ce sens que les inondations peuvent se produire dans des localités à faible pluviométrie. La survenue de ce risque crée en plus, des dommages sur le sol (ravinelements), la végétation, les infrastructures rurales et les habitats (inondation du 1^{er} septembre 2009). Des impacts vécus au niveau de l'agriculture sont souvent similaires que les impacts des risques r1 et r2.

2.3. Enveloppes des impacts socio-économiques

Les enveloppes d'impacts socio-économiques sont des sous-ensembles spécifiques d'impacts. Une enveloppe d'impacts décrit un champ d'impacts socio-économiques associé à un risque donné.

Les champs de type environnemental, social, économique, institutionnel et politique sont ceux considérés dans cette note de recherche.

L'enveloppe d'impacts de type social, dre_social, recouvre l'ensemble des impacts directs et indirects de type social des risques climatiques sur l'agriculture. Elle est :

dre_social = {*dégradation de la situation alimentaire, persistance de la dépendance alimentaire, augmentation de l'indice de pauvreté, dégradation du contexte social*}

L'enveloppe d'impacts de type économique, dre_économique, recouvre l'ensemble des impacts directs et indirects de type économique des risques climatiques sur l'agriculture. Elle contient les éléments suivants :

dre_économique = {*altération de la contribution de l'agriculture à la sécurité alimentaire, flambée des prix des céréales, augmentation du besoin d'importation des céréales, réallocation budgétaire, retard dans la mise en place du développement, déficits de croissance économique, faible niveau du PIB, abandon des autres secteurs d'investissements prioritaires, déficits budgétaires, ré-*

duction des capacités endogènes d'investissements de l'Etat, réticence des investisseurs privés à investir dans l'agriculture, essor économique du pays mitigé}.

L'enveloppe d'impacts de type institutionnel, dre_institutionnel, renferme l'ensemble des impacts directs et indirects de type institutionnel des risques climatiques sur l'agriculture. Elle est :

dre_institutionnel = *{insuffisances de conduite de l'équilibre dans le développement, augmentation de la sollicitation du ministère en charge de l'agriculture, perturbation du programme annuel des activités, non atteinte de certains objectifs programmés}*

L'enveloppe d'impacts de type politique, der-politique, contient l'ensemble des impacts directs et indirects de type politique des risques climatiques sur l'agriculture. Elle se présente comme suit :

dre_politique = *{altération de la contribution de l'agriculture à la sécurité alimentaire, retard dans la mise en place du développement, perturbation des politiques de développement}*

L'analyse montre également que les risques climatiques ont des impacts de type environnemental, notamment une augmentation de la pression sur les ressources naturelles.

2.4 Familles d'impacts

Les familles d'impacts sont les référentiels d'impacts qui reproduisent le mieux les réalités vécues suite à la réalisation d'un risque donné. Elles indiquent que ces réalités sont sous forme de vagues ou de vecteurs d'impacts. Ceci résulte des chaînes d'impacts induites par les risques climatiques.

La famille d'impacts fd0 est la première vague d'impacts vécue, lorsque la sécheresse survient. Les composantes de ces vecteurs sont respectivement les impacts d'ordre zéro (eir1d0, i=1,...,5) sur chacune des composantes du vecteur (e) :

fd0 = *(baisse de la production, altération de la contribution de l'agriculture à la sécurité alimentaire, déficits de croissance économique, augmentation substantielle du besoin de budget alloué au secteur de l'agriculture et de l'alimentation, augmentation de la sollicitation du ministère en charge de l'agriculture).*

Les composantes de fd0 couvrent plusieurs champs, la production vivrière, la sécurité alimentaire, la croissance économique, la gestion institutionnelle.

La famille d'impacts fd1 est la deuxième vague d'impacts vécue, lorsque la sécheresse survient. Les éléments de cette famille sont respectivement les impacts d'ordre un (eir1d1, i=1,...,5) sur chacune des composantes du vecteur (e). Ils sont :

fd1 = *(déficits d'approvisionnement des marchés en produits vivriers, détérioration de la situation alimentaire, faible niveau de contribution de l'agriculture vivrière au PIB, sous-financement des autres secteurs d'investissements prioritaires, perturbation du programme d'activités et du budget annuel du ministère en charge de l'agriculture).*

La famille d'impacts fd2 est la troisième vague d'impacts vécue, lorsque la sécheresse survient. Les composantes de ces vecteurs sont respectivement les impacts d'ordre deux (eir1d2, i=1,...,5) sur chacune des composantes du vecteur (e). Elles sont :

fd2 = (*flambée des prix des céréales, réallocation budgétaire pour pallier au déficit alimentaire, insuffisances d'apport financier de l'agriculture vivrière au budget de l'Etat, insuffisances d'équilibre dans le développement, insatisfaction du bilan d'exécution physique et financière des activités*).

La famille d'impacts fd3 est la quatrième vague d'impacts vécue, lorsque la sécheresse survient. Les composantes de ces vecteurs sont respectivement les impacts d'ordre trois (e_{ir1d3} , $i=1, \dots, 5$) sur chacune des composantes du vecteur (e). Elles sont :

fd3 = (*dégradation de la situation alimentaire, retard dans la mise en place du développement, réduction des capacités endogènes d'investissements de l'Etat, dégradation du contexte social, perturbation des politiques de développement*).

La famille d'impacts fd4 est la cinquième vague d'impacts vécue, lorsque la sécheresse survient. Les composantes de ces vecteurs sont respectivement les impacts d'ordre quatre (e_{ir1d4} , $i=1, \dots, 5$) sur chacune des composantes du vecteur (e). Elles sont :

fd4 = (*augmentation du besoin d'importation des céréales, persistance de la dépendance alimentaire, déficiences de richesses à distribuer, réticence des investisseurs privés à investir dans l'agriculture vivrière, essor économique du pays mitigé*).

En synthèse, de fd0 à fd4, l'intensité des impacts s'éloigne du foyer c'est à dire de l'impact majeur. La baisse de la production est l'impact majeur qu'il faut atténuer et même enrayer pour supprimer les autres impacts.

3. Référentiels de vulnérabilité

Les référentiels de vulnérabilité sont constitués par le tableau, les enveloppes et les configurations de vulnérabilité.

3.1. Tableau de vulnérabilité

Le tableau de vulnérabilité est le référentiel de vulnérabilité de base. Chaque cellule de ce tableau établit la vulnérabilité d'une composante du vecteur (e) à une composante donnée du vecteur risque (r). De ce fait, un tableau de vulnérabilité est de format (m, n) où m est la dimension du vecteur (e) et n la dimension du vecteur (r).

Dans cette note de recherche, le tableau des facteurs de vulnérabilité est le tableau (VA), de format (5,3).

Tableau (2) : tableau des facteurs de vulnérabilité de l'agriculture au Burkina Faso

Composantes du vecteur (e)	r1	r2	r3
e1	va11	va12	va13
e2	va21	va22	va23
e3	va31	va32	va33
e4	va41	va42	va43
e5	va51	va52	va53

A titre indicatif les éléments de la composante va11 sont :

va11 = {caractère pluvial de l'agriculture, sensibilité des variétés de semence à la sécheresse, état dégradé des terres agricoles, insuffisances d'investissements économiques dans la sécurisation des marchés agricoles face à la sécheresse, insuffisances de mécanismes financiers d'amortissement des prix des produits agricoles, insuffisances de mécanismes économiques de sécurisation de l'accès à l'alimentation, insuffisances de mécanismes économiques pour stabiliser les offres nationales de productions agricoles}.

En pratique, va11 désigne l'ensemble des problèmes qu'il faut résoudre pour ne plus avoir des impacts sous la cellule a11 du tableau (A).

3.2.Enveloppes de vulnérabilité

Les enveloppes de vulnérabilité sont des sous-ensembles spécifiques de facteurs de vulnérabilité. Une enveloppe de vulnérabilité décrit un champ socio-économique de vulnérabilité.

Les champs de vulnérabilité de type environnemental, social, économique, institutionnel et politique sont ceux considérés dans cette note de recherche.

Les éléments du sous-ensemble *vre_environmental* donnent des orientations pour l'ajustement environnemental des politiques agricoles ou des politiques de développement de façon globale.

vre_environmental = {caractère pluvial de l'agriculture, sensibilité des variétés de semences à la sécheresse, état dégradé des terres agricoles, zones favorables aux invasions acridiennes, insuffisance d'aménagements des exploitations agricoles}.

Les éléments du sous-ensemble *vre_social* donnent des orientations pour l'ajustement social des politiques agricoles ou des politiques de développement.

vre_social = {insuffisances dans la culture collective d'anticipation sur la gestion des effets des risques climatiques, défaillances des mécanismes sociaux de riposte aux déficits alimentaires, lacunes dans la culture d'anticipation de la gestion des effets de la sécheresse sur la contribution de l'agriculture à la sécurité alimentaire, insuffisances des mesures sociales d'accessibilité aux vivres, insuffisances de pratiques endogènes de prévention contre les invasions acridiennes}.

Les éléments du sous-ensemble *vre_économique* donnent des orientations pour l'ajustement économique des politiques agricoles ou des politiques de développement.

vre_économique = {déficiences dans les investissements économiques pour sécuriser l'agriculture contre les effets des risques climatiques, insuffisances d'investissements économiques dans la sécurisation des marchés agricoles en situation de risques climatiques, insuffisances de mécanismes financiers d'amortissement des prix des produits agricoles, insuffisances de mécanismes économiques de sécurisation de l'accès à l'alimentation, insuffisances de mécanismes économiques pour faciliter l'accessibilité physique aux offres nationales des produits agricoles, défaillances d'instruments de communication de valorisation économique de l'agriculture comme métier économique, insuffisances de financements structurants des risques et d'assurance, absence de dispositif financier d'acquisition des vivres dans les localités excédentaires pour une revente dans les zones déficitaires, insuffisances de la rentabilité économique de l'agriculture vivrière, absences d'investisse-

ments économiques dans l'aménagement des exploitations agricoles pour leur sécurisation face aux inondations, insuffisances de diversité des activités économiques en milieu rural pour atténuer les impacts des catastrophes, insuffisances de ressources financières propres générées par l'agriculture pour la gestion des risques climatiques}.

Les éléments du sous-ensemble *vre_scientifique* donnent des orientations pour l'ajustement scientifique des politiques agricoles ou des politiques de développement.

vre_scientifique = {déficiences d'utilisation de la prévision saisonnière pour la sécurisation d'un système de commercialisation des produits vivriers et la sécurisation alimentaire, insuffisances de prise en compte des risques climatiques dans l'élaboration des programmes de développement, insuffisances de prise en compte des facteurs d'inter-relation des secteurs du développement rural dans la gestion des risques climatiques, déficiences d'utilisation des résultats d'analyse économique sur le développement de l'agriculture, insuffisances de modèles économiques éprouvés d'options d'agriculture rentable, absence de synergie d'actions entre institutions économiques et agricoles pour conduire le développement de l'agriculture, absences d'instruments d'évaluation de l'ampleur des charges sur le budget de l'Etat en situation de dommages climatiques, déficiences de prise en compte des risques climatiques dans la planification annuelle des activités du ministère de l'agriculture, insuffisances de prise en compte des risques de catastrophes dans les projets de développement, déficiences de dispositif de sécurisation durable de l'agriculture pour sa contribution à l'essor économique, déficiences d'alerte précoce pour la prévention des invasions acridiennes, insuffisances d'application des paquets technologiques de la lutte anti-acridienne}

Les éléments du sous-ensemble *vre_technologique* donnent des orientations pour l'ajustement technologique des politiques agricoles ou des politiques de développement.

vre_technologique = {déficiences d'accès à la technologie agricole résiliente à la sécheresse, déficiences de technologies de conservation des produits vivriers à long terme, faible intégration des solutions de sécurisation du système de commercialisation dans les politiques agricoles, déficiences dans l'accès aux technologies de modernisation de l'agriculture, déficiences d'accès aux technologies de réponses (riposte, relèvement) aux invasions acridiennes, absences de dispositif de stockage des vivres facilement accessible par les zones déficitaires, insuffisances d'adoption des bonnes pratiques agricoles, absences de dispositif déconcentré de gestion des impacts des risques climatiques, insuffisances de diffusion des technologies de gestion des inondations}.

Les éléments du sous-ensemble *vre_institutionnel* donnent des orientations pour l'ajustement institutionnel des politiques agricoles ou des politiques de développement.

vre_institutionnel = {insuffisances de mesures institutionnelles dans la sécurisation de l'agriculture contre les effets de la sécheresse, déficiences dans le contrôle institutionnel de stabilisation des prix des produits vivriers à tout moment, insuffisances d'implication institutionnelle pour l'instauration rapide de la sécurité alimentaire, déficiences institutionnelles dans la mise en place de solutions adéquates de sécurisation des revenus agricoles, insuffisances de synergie d'actions institutionnelles dans la gestion de la vulnérabilité agricole, insuffisances d'anticipation institutionnelle dans l'utilisation des prévisions météorologiques pour la planification de la gestion des effets liés aux risques climatiques, insuffisances de prise en compte des risques de catastrophes dans les projets, programmes et politique de développement, déficiences de dispositif de sécurisation durable de

l'agriculture pour sa contribution à l'essor économique, déficiences dans le leadership de la structure spécialisée dans la lutte contre les invasions acridiennes, déficiences du dispositif institutionnel de suivi des investissements, déficiences de dispositif institutionnel de contrôle de l'évolution des prix des marchés, absences d'institutions de relance économique des ménages victimes de catastrophes climatiques}.

Les éléments du sous-ensemble *vre_politique* donnent des orientations pour l'ajustement des politiques agricoles ou des politiques de développement.

vre_politique = {déficiences dans la prise en compte des effets de la sécheresse dans les politiques agricoles, déficiences de solutions politiques de stabilisation de la sécurité alimentaire, déficiences de solutions politiques de stabilisation de la sécurité alimentaire, insuffisances de solutions dans les politiques agricoles dans l'offre céréalières nationale, déficiences dans les solutions politiques pour la contribution de l'agriculture aux investissements de l'Etat, déficiences dans les solutions politiques de sécurisation des revenus agricoles, insuffisance d'application des politiques de développement, absences de politique harmonisée opérationnelle de mise en œuvre du développement rural, déficiences de mise en priorité de la lutte anti acridienne dans la politique agricole, absences de politique d'assurance agricole, insuffisances de synergies d'actions entre les ONG, les associations, le secteur privé, la recherche dans la prévention et la lutte contre les invasions acridiennes, insuffisances de prise en compte du risque des invasions acridiennes dans la formulation des politiques}.

3.3. Configurations de vulnérabilité

Une configuration de vulnérabilité renvoie à un état donné du système étudié. Dans cet état, ce système est susceptible de subir les impacts d'un risque climatique donné.

Dans cette note de recherche, seules les configurations de vulnérabilité relative aux familles d'impacts seront considérées.

vr1do est la configuration de vulnérabilité à résoudre pour éviter la vague d'impacts *fd0*.

vr1do = (caractère pluvial de l'agriculture, insuffisances dans les investissements économiques de sécurisation de la contribution de l'agriculture à la sécurité alimentaire en situation de sécheresse, déficiences dans les mécanismes économiques de sécurisation de la contribution de l'agriculture aux capacités endogènes d'investissements de l'Etat, insuffisances de financements structurants pour la prise en charge des risques liés à la sécheresse, insuffisances de prise en compte des risques de sécheresse dans la formulation des politiques de développement).

vr1d1 est la configuration de vulnérabilité à résoudre pour éviter la vague d'impacts *fd1*.

vr1d1 = (état dégradé des terres agricoles, déficiences des mécanismes sociaux de riposte au déficit alimentaire, insuffisances dans la culture d'anticipation de la gestion des effets de la sécheresse sur les revenus agricoles, faible capacité d'investissements privés par les exploitants agricoles, déficiences des mécanismes nationaux de ripostes).

vr1d2 est la configuration de vulnérabilité à résoudre pour éviter la vague d'impacts *fd2*.

vr1d2 = (*déficiences d'utilisation de la prévision saisonnière pour la sécurisation de la mise en place d'un système de commercialisation, déficiences de perception sociale de l'agriculture comme un instrument économique, déficiences dans le leadership institutionnel pour la contribution de l'agriculture à la sécurité alimentaire, insuffisances d'instruments de mesures de l'ampleur des charges sur le budget de l'Etat en situation de sécheresse, Insuffisances de prise en compte des risques de sécheresse dans les projets de développement*).

vr1d3 est la configuration de vulnérabilité à résoudre pour éviter la vague d'impacts fd3.

vr1d3 = (*déficiences de technologies de conservation des produits vivriers à long terme, déficiences d'utilisation des résultats d'analyse économique sur le développement de l'agriculture, déficiences institutionnelles dans la mise en place de solutions adéquates de sécurisation des revenus agricoles, absences de documents techniques guides des financements de l'agriculture contre les effets des sécheresses, insuffisance d'anticipation institutionnelle dans l'utilisation des prévisions météorologiques pour la planification de la gestion des effets liés à la sécheresse*).

vr1d4 est la configuration de vulnérabilité à résoudre pour éviter la vague d'impacts fd4.

vr1d4 = (*déficiences dans la prise en compte de la sécheresse dans les politiques agricoles, déficiences de solutions de stabilisation de la sécurité alimentaire, déficiences dans les solutions politiques pour la contribution de l'agriculture aux investissements de l'Etat, absences de synergie d'actions entre institutions économiques et agricoles pour conduire le développement de l'agriculture, insuffisance de prise en compte de la stratégie de prévention des risques liés à la sécheresse*).

4. Référentiels de résilience

Les référentiels de résilience considérés dans cette note de recherche sont constitués par les configurations et les opérateurs de résilience.

4.1 Configurations de résilience

Une configuration de résilience est un état d'un système qui le met à l'abri des impacts d'un risque climatique donné.

Cette note de recherche spécifie des configurations de résilience relative aux familles d'impacts pour éviter respectivement les familles d'impacts fdo, fd1, ..., fd4.

La configuration de résilience z0 désigne l'état dans lequel installer l'agriculture pour éviter la famille d'impacts fd0. Les caractéristiques de cette configuration sont :

z0 = (*caractère irrigué de l'agriculture, concordance entre les besoins d'investissements économiques de sécurisation de la contribution de l'agriculture à la sécurité alimentaire en situation de sécheresse et les investissements réalisés, concordance entre les mécanismes économiques de sécurisation de la contribution de l'agriculture et les capacités endogènes d'investissements de l'Etat, état de disponibilité des financements structurants pour la prise en charge des risques liés à la sécheresse, efficacité dans la prise en compte des risques de sécheresse dans la formulation des politiques de développement*).

La configuration de résilience z1 désigne l'état dans lequel installer l'agriculture pour éviter la famille d'impacts fd1. Les caractéristiques de cette configuration sont :

z1 = (état restauré des terres agricoles, accessibilité aux mécanismes sociaux de riposte au déficit alimentaire, internalisation dans la culture d'anticipation de la gestion des effets de la sécheresse sur les revenus agricoles, forte capacité d'investissements privés par les exploitants agricoles, solidité des mécanismes nationaux de ripostes).

La configuration z2 est l'état du système qu'il faut construire pour éviter la vulnérabilité vr1d2.

z2 = (amélioration de la perception sociale de l'agriculture comme un instrument économique, accroissement de leadership institutionnel pour la contribution de l'agriculture à la sécurité alimentaire; existence d'instruments de mesures de l'ampleur des charges financières des impacts de la sécheresse sur le budget de l'Etat en situation de sécheresse, effectivité de prise en compte des risques de sécheresse dans les projets de développement).

La configuration z3 est l'état du système qu'il faut établir pour éviter la vulnérabilité vr1d3.

z3 = (accessibilité aux technologies de conservation des produits vivriers à long terme, effectivité d'utilisation des résultats d'analyses économiques pour le développement de l'agriculture vivrière, prise en compte systématique au niveau institutionnel des solutions adéquates de sécurisation des revenus agricoles, sources de financements de la résilience de l'agriculture aux risques de sécheresse, effectivité d'anticipation institutionnelle dans l'utilisation des prévisions météorologiques pour la planification de la gestion des effets liés à la sécheresse).

La configuration z4 est l'état du système qu'il faut trouver pour éviter la vulnérabilité vr1d4.

z4 = (efficacité des solutions de stabilisation de la sécurité alimentaire, pragmatisme dans les solutions politiques pour la contribution de l'agriculture aux investissements de l'Etat, collaboration dynamique entre institutions économiques et agricoles pour conduire le développement de l'agriculture, élaboration d'une stratégie de prévention des risques liés à la sécheresse).

4.2 Opérateurs de résilience

Pour changer une configuration de vulnérabilité d'un système en une configuration de résilience, on utilise des opérateurs de résilience. De tels opérateurs combinent des systèmes, dispositifs, mécanismes, mesures de résilience

L'opérateur az0 est l'opérateur pour changer la configuration de vulnérabilité de vr1do en la configuration de résilience z0. Les éléments de cet opérateur sont :

az0 = (programme socio-économique de passage à l'agriculture irriguée, instruments d'amélioration de la performance des investissements économiques de sécurisation de la contribution de l'agriculture à la sécurité alimentaire, mécanismes économiques de sécurisation de la contribution de l'agriculture aux capacités endogènes d'investissements de l'Etat, partenariat élargi pour le financement structurant de la résilience, mécanisme institutionnel pour l'intégration des effets des risques climatiques dans les politiques de développement).

L'opérateur az1 est l'opérateur pour changer la configuration de vulnérabilité de vr1d1 en la configuration de résilience z1. Les éléments de cet opérateur sont :

az1 = (mécanismes innovants de financement de la restauration des terres dégradées, mécanisme de mise en adéquation des capacités des institutions et des besoins de ripostes, modèle institutionnel

de promotion de la culture d'anticipation de la gestion des effets de la sécheresse sur les revenus agricoles, instruments institutionnels incitatifs pour l'accessibilité à la micro finance par les exploitants agricoles, plan stratégique de renforcement des mécanismes nationaux de riposte).

az2 est un sous-ensemble d'opérateurs de résilience pour amener le système dans un état indifférent au risque. C'est l'opérateur qu'il faut prendre pour installer le système dans la configuration z2.

az2 = (programme de communication sur des cas de succès économiques dans l'agriculture pour l'amélioration de la perception sociale de l'agriculture comme un instrument économique, instrument institutionnel d'accroissement du leadership en lien avec la résilience de la sécurité alimentaire; référentiel de mesure pour l'adéquation entre les impacts de la sécheresse et les mesures budgétaires de riposte, référentiel validé d'intégration des effets de la sécheresse dans l'élaboration des projets de développement).

Az3 est un sous-ensemble d'opérateurs de résilience pour amener le système dans un état indifférent au risque. C'est l'opérateur qu'il faut prendre pour installer le système dans la configuration z3.

az3 = (plan d'investissements dans la mise en place d'infrastructures de conservation des produits vivriers à long terme, protocole du contrôle de l'utilisation des analyses économiques pour le développement de l'agriculture vivrière, outils de contrôle de la prise en compte des solutions adéquates de sécurisation des revenus agricoles, référentiel socio-économique du financement de l'agriculture en considérant les effets de la sécheresse, référentiel institutionnel pour l'utilisation des prévisions météorologiques pour la planification de la gestion des effets liés à la sécheresse).

az4 est un sous-ensemble d'opérateurs de résilience pour amener le système dans un état indifférent au risque. C'est l'opérateur qu'il faut prendre pour installer le système dans la configuration z4.

az4 = (nouveau mécanisme intégré de stabilisation de la sécurité alimentaire, plan d'actions quinquennal orienté sur la contribution de l'agriculture aux investissements de l'Etat, entente signée entre les institutions économiques et agricoles pour conduire le développement agricole, stratégie de prévention des risques liés à la sécheresse).

6. Forces et faiblesses

Pour la mise en œuvre des opérateurs de résilience pour le secteur de l'agriculture, le Burkina Faso présente des forces mais aussi des faiblesses. Les principales forces que nous avons identifiées se présentent comme suit :

Sur le plan environnemental : des barrages et retenues d'eau ont été réalisés dans les treize régions, des ouvrages de collecte des eaux de ruissellement, des bas-fonds aménagés, des ouvrages de conservation des eaux et des sols, des sols amendés par la matière organiques, des plantations d'arbres et la protection des forêts. Ceci contribue à renforcer les possibilités d'exploitation des ressources naturelles.

Sur le plan économique : la loi de finance depuis 2003 accorde la priorité au financement du secteur rural avec constamment un taux supérieur à 10% jusqu'en 2018.

Sur le plan social : des mesures gouvernementales de ventes des céréales à prix social constituent des mécanismes de riposte aux risques de crises alimentaires au profit des ménages victimes des catastrophes naturelles, existence au niveau des partenaires techniques et financiers d'instruments de financement des ménages vulnérables (ex. cash for work, food for work pour le PAM).

Sur le plan scientifique : existence de diverses études, guides techniques, progrès dans la diffusion des informations météorologiques, cadres de concertation thématiques nationaux et internationaux autour de la problématique de l'accroissement de la production agricole.

Sur le plan technologiques : mécanisation agricole (lancement de l'opération 100 000 charrues en juin 2011, acquisition des tracteurs en 2006, 2017 et divers autres outils aratoires), technologie des semences de base et améliorées éprouvée, modèles technologiques de CES/DRS existants, existence des technologies de gestion économique de l'eau d'irrigation.

Sur le plan institutionnel : Direction Générale des Aménagements Agricoles et de Développement de l'Irrigation (évolution institutionnelle de la Direction du Développement de l'Irrigation créée en 2001), Direction du génie forestier ainsi que des projets et structures de veille sur les changements climatiques au sein du Ministère en charge de l'environnement. La Direction de la Protection des Végétaux et du Conditionnement pour la prévention et la lutte contre les nuisibles des végétaux et des cultures. Mise en place et fonctionnement d'un cadre de concertation entre les partenaires techniques et financiers sur les questions de l'agriculture. L'existence d'une organisation autonome et consulaire des producteurs (Chambre régionale d'Agriculture), existences d'ONG nationales et internationales pour la contribution à la prévention et à la gestion des risques de catastrophes, projets et programmes de gestion des impacts des risques climatiques sur l'environnement et les moyens d'existence.

Sur le plan politique : place de choix de l'agriculture dans les politiques de développement.

Sur le plan juridique : inscription dans la constitution du Burkina Faso du droit à un environnement sain, ratification de la Convention-Cadre des Nations Unies sur les changements climatiques, existence de la loi agro-sylvo-pastorale et halieutique, du code forestier, du code de l'environnement).

Au titre des faiblesses, on peut retenir les éléments suivant par registre ; **environnemental** (faible état restauré des terres agricoles, insuffisance et mauvaise répartition de la pluie, caractère pluvial de l'agriculture, tarissement précoce des barrages et retenues d'eau, risques élevés des invasions acridiennes dans certaines localités, dégâts intenses des chenilles légionnaires) ; **économique** (insuffisance de financement de l'agriculture vivrière, insuffisance de diversification des activités génératrices de richesses nationales au profit des ménages ruraux, faible niveau de bancarisation, absence de financement du risque et d'assurance agricole, **social** (analphabétisme de la population active dans le secteur de la production agricole, faible diversification culturelle de l'alimentation), **scientifique** (défiance de financement de la recherche), **technologique** (absence d'usines ou de petites unités industrielles de manufacture des équipements agricoles, insuffisance d'innovation dans les équipements agricoles proposés en fonction des opérations culturales, insuffisance d'unités de transformation des produits agricoles, **institutionnel** (absences de cadre d'intervention fondé sur des mesures d'adaptation et d'intégration), **politique** (insuffisance de suivi dans l'application des politiques agricoles).

IV. Discussions

Les concepts de vecteur système et de chaînes d'impacts permettent de mieux appréhender les impacts directs et indirects des risques climatiques sur l'agriculture. En permettant de décomposer l'agriculture en ses principales dimensions, le vecteur système (e) permet des évaluations directionnelles ou spécifiques des impacts de risques climatiques sur le secteur de l'agriculture. Ces évalua-

tions génèrent les cellules du tableau (A). De ce tableau, on établit des référentiels pour répondre à des besoins spécifiques d'information sur les impacts des risques climatiques. Les spectres d'impacts dr1e, dr2e, dr3e sont certains de ces référentiels. Le spectre dr1e est de toute évidence le champ d'impacts le plus significatif pour le secteur de l'agriculture et pour le Burkina Faso dans son ensemble. De manière singulière, ces référentiels d'impacts sont des indications plus efficaces pour élaborer des ensembles de besoins de résilience par risque climatique pour le secteur de l'agriculture. En cela, ils se distinguent des cartographies d'impacts usuelles (PANA, 2007).

Les familles d'impacts établis pour la première fois pour le secteur de l'agriculture sont une nouvelle approche des impacts des risques climatiques. Elles suggèrent de nouveaux canevas dans la prévention et la gestion des risques climatiques, fondés sur des séquences d'impacts, contrairement à la pratique actuelle (PANA, 2007 ; GIEC 2014).

Les référentiels de vulnérabilité proposés dans la présente recherche vont au-delà des cartographies usuelles de vulnérabilité. Ils intègrent des configurations de vulnérabilités, c'est à dire des états du système étudiés qui rendent possibles les impacts des risques climatiques. Les objectifs de réduction de la vulnérabilité devraient donc consister à changer ces états.

En termes de gouvernance, les enveloppes de vulnérabilité indiquent indirectement les parties prenantes à considérer pour une réduction de la vulnérabilité de l'agriculture aux risques climatiques.

S'agissant de la résilience, les résultats obtenus se distinguent en suggérant des configurations de résilience et des opérateurs de résilience pour construire la résilience. De part leur contenu, les opérateurs de résilience peuvent être aisément intégrés dans les politiques de développement.

Le Burkina Faso, peut réorganiser la gouvernance du secteur de l'agriculture pour pleinement mettre en œuvre les indications portées par les résultats de la présente recherche.

V. Conclusion

L'objectif global de cette note de recherche est de proposer un ensemble de référentiels innovants d'aide à la décision pour conduire la résilience de l'agriculture vivrière au Burkina Faso. Ces référentiels ont respectivement trait aux impacts des risques climatiques, à la vulnérabilité de l'agriculture vivrière à ces risques climatiques et à la résilience.

Les référentiels d'impacts comportent le tableau, les spectres d'impacts, les enveloppes d'impacts et les familles d'impacts.

Les spectres d'impacts améliorent la connaissance sur les champs des impacts directs et indirects des risques climatiques, et par conséquent des besoins de résilience. Les enveloppes d'impacts sont de meilleures cartographies des conséquences socioéconomiques des risques climatiques dans le contexte du Burkina Faso.

Les référentiels de vulnérabilité rassemblent le tableau, les enveloppes et les configurations de vulnérabilité. Ces référentiels sont des progrès scientifiques, en termes d'amélioration de la cartographie de la vulnérabilité de l'agriculture aux risques climatiques au Burkina Faso. Les configurations de vulnérabilité suggèrent de reconsidérer les objectifs de réduction de la vulnérabilité.

Les configurations et opérateurs de résilience proposent de nouveaux chemins de résilience de l'agriculture, se focaliser sur la construction d'états spécifiques de l'agriculture et non sur la mise en œuvre de solutions de résilience.

Bibliographie

1. Abcburkina.net/fr/le-burkina-faso/organisation-paysannes/258-cpf-vision-de-lagriculture
2. Assèta Diallo et Al., 1992; Ambassade de France au Burkina Faso, rapport de mission de Coopération et d'action culturelle, Développement agricole au Burkina Faso : un survol
3. Banque mondiale, 2018; climat : de la science à l'action, impacts sectoriels : Afrique subsaharienne
4. Banque mondiale, 2018; climat : de la science à l'action, la résilience aux changements climatiques
5. Banque mondiale, 2018; climat : de la science à l'action, impacts sectoriels : Afrique subsaharienne
6. CILSS, 2013; évaluation de l'adaptation à la variabilité et aux changements climatiques (AVCC) du secteur agricole au Burkina Faso, rapport provisoire
7. Compaoré Pascaline, 2015 ; revue parue dans Burkina24 Opinion, «l'impact des changements climatiques sur l'agriculture au Burkina Faso»
8. FAO, 2017 ; FAO's work on climate change
9. Gahi, N. Z., K., Dongo and M. Badolo, 2015, Using a New Approach to Design Innovative Tools for Monitoring and Evaluating Water Policy of Burkina Faso in Response to Climate Risks, Climate, 3, pp. 1057-1078. GCCA
10. GIEC, 2013; Changements climatiques 2013, les éléments scientifiques, résumé à l'intention des décideurs, contribution du groupe de travail n°1
11. GIEC, 2014; 5^{ème} rapport du GIEC sur les changements climatiques et leurs évolutions futures : impact, adaptation et vulnérabilité
12. GIEC, 2014; rapport synthèse, résumé à l'intention des décideurs, changements climatiques risques et conséquences
13. Jean-Marie Dipama, 2016, Rapport d'étude : changement climatique et agriculture durable au Burkina Faso : stratégie de résilience basée sur les savoirs locaux
14. Mathieu Badolo, 2016; communication : fondements scientifiques de la vulnérabilité et de la résilience aux risques climatiques au Burkina Faso
15. MECV, 2007 ; Programme d'Action National d'Adaptation à la variabilité et aux changements climatiques (PANA du Burkina Faso)
16. OXFAM, 2011, changements climatiques et femmes agricultrices du Burkina Faso, impacts, politiques et pratiques d'adaptation
17. RGA, 2008; rapport général du module agriculture
18. SP/CPSA, 2000; Cadre Stratégique de Lutte contre la Pauvreté (CSLP)
19. SP/CPSA, 2017; Programme national du secteur rural (PNSR)
20. SP/CPSA, 2003; Stratégie de Développement Rural (SDR)
21. UICN, 2011; catalogue de bonnes pratiques d'adaptation aux risques climatiques au Burkina Faso
22. UNFCCC, 2006 ; climate change : impacts, vulnerabilities and adaptation in developing countries