

BURKINA FASO
UNITE-PROGRES-JUSTICE

.....
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR, DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE ET DE L'INNOVATION
(MESRSI)

.....
UNIVERSITE POLYTECHNIQUE DE BOBO-DIOULASSO
(UPB)

.....
INSTITUT DU DEVELOPPEMENT RURAL
(IDR)



MEMOIRE DE FIN DE CYCLE

en vue de l'obtention du

DIPLOME D'INGENIEUR DU DEVELOPPEMENT RURAL

OPTION : SOCIOLOGIE ET ECONOMIE RURALES

Thème :

Gouvernance locale et résilience aux risques de catastrophes et aux changements climatiques au Burkina Faso : cas de la commune rurale de Loumbila

Présenté et soutenu par : NAKOULMA Wendsongda Barthélémy

Maître de stage : Dr BADOLO Mathieu

Directeur de mémoire : Dr NACOULMA Jacques Philippe

Juin 2016

Sommaire

Dédicace.....	ii
Remerciements.....	iii
Tables des illustrations.....	iv
Liste des tableaux.....	v
Liste des graphiques.....	vi
Liste des figures.....	vii
Sigles et abréviations.....	viii
Résumé.....	x
Abstract.....	xi
Introduction.....	1
Chapitre I : Revue bibliographique.....	6
Chapitre II : Matériels et méthodes d'étude.....	10
Chapitre III : résultats et discussions.....	24
Conclusion et recommandations.....	51
Bibliographie.....	53
Annexes.....	A
Table des matières.....	X

A

mes parents:

NAKOULMA K. MAURICE

et

KABORE LEONTINE

Remerciements

Au terme de ce travail, nous tenons à témoigner notre gratitude à tous ceux qui nous ont aidé et encouragé à le réaliser.

Nos remerciements vont à l'ensemble du corps enseignant de l'IDR, particulièrement au docteur NACOULMA Jacques Philippe pour avoir accepté d'encadrer ce mémoire.

Nous exprimons également notre profonde gratitude au docteur BADOLO Mathieu, notre maître de stage, pour son encadrement, sa disponibilité, et ses appuis multiformes.

Nous sommes en outre profondément reconnaissants envers monsieur OUEDRAOGO Abdou Karim de FEWS Net pour son aide essentielle, ses remarques pertinentes et ses conseils judicieux qui ont été d'une grande utilité pour l'aboutissement de notre travail.

A monsieur SEMDE Idrissa, point focal sur les changements climatiques au Burkina Faso, nous adressons nos vifs remerciements pour ses suggestions et encouragements.

A monsieur SEYNOU Oumarou, chargé du projet changement climatique à l'Union Internationale pour la Conservation de la Nature (UICN) Burkina Faso pour ses suggestions et encouragements.

A l'autorité communale (monsieur le secrétaire général et le président de la délégation spéciale de la commune de Loumbila), les agents des services techniques, pour les efforts consentis.

Merci à tout le personnel de l'institut d'application et de vulgarisation en sciences (IAVS) pour leur dynamisme et leur bonne humeur ; et nous tenons à remercier les personnes qui nous ont aidés au cours de mon stage.

Messieurs BOUDA Marcel, SANKARA Samuel, respectivement président de l'Association Song-Koaba et Association Manegdb-Zanga.

Nos remerciements s'adressent aussi à la famille NAKOULMA, qui nous a soutenu et encouragé tout au long de nos études. Vive la fraternité !

Enfin nous remercions tous les stagiaires de la structure pour les moments conviviaux passés ensemble. Un grand merci à tous nos amis de travail à l'Institut du Développement Rural.

Table des illustrations

Liste des tableaux

Tableau 1 : tableau des impacts directs et indirects	16
Tableau 2 : tableau des facteur de vulnérabilité.....	21
Tableau 3 : catégorisation en classes de vulnérabilité.....	23
Tableau 4 : Principaux défis liés au climat futur pour la commune de Loumbila	28
Tableau 5: solutions pour la gestion de la vulnérabilité actuelle	29
Tableau 6: solutions de résilience au climat futur	30
Tableau 7: Planification de la gestion de la vulnérabilité à court, moyen et long termes	32

Liste des graphiques

Carte 1: localisation de la commune rurale de Loumbila..... 9

Liste des figures

Figure 1 : illustration schématique du modèle ClimProspect 12

Sigles et abréviations

AGR : Activité Génératrice de Revenus

AM: Association Manebg-zanga

ASK: Association Song-Koaba

CCNUCC: Convention Cadre des Nations-Unies sur les Changements Climatiques

CES/DRS : Conservation des Eaux et des Sols/Défense et Restauration des Sols

CILSS : Comité Inter-états de Lutte contre la Sècheresse au Sahel

COCOSUR : Comité Communal de Secours d'Urgence et de Réhabilitation

DER : Dommage du système e lié au Risque

FAO : Organisation des Nations Unies pour l'Agriculture et l'Alimentation

FEWS NET: Famine Early Warning Systems Network

FMI: Fonds Monétaire International

GES : Gaz à Effet de Serre

GIEC : Groupe d'experts Intergouvernemental sur l'Evolution du Climat

IAVS : Institut d'Application et de Vulgarisation en Sciences

IDR : Institut du Développement Rural

INSD: Institut National de la Statistique et de la Démographie

MECV: Ministère de l'Environnement et du Cadre de Vie

MEDD : Ministère de l'Environnement et du Développement Durable

MEF: Ministère de l'Economie et des Finances

PANA: Plan d'Action national d'Adaptation à la vulnérabilité et aux changements climatiques

PCD: Plan Communal de Développement

PFNL : Produit Forestier Non Ligneux

PNUD : Programme des Nations-Unies pour le Développement

RNA : Régénérescence Naturelle Assistée

SCADD : Stratégie de Croissance Accélérée et de Développement Durable

SP/CONEDD: Secrétaire Permanent/Conseil National de l'environnement et de Développement Durable

UICN: Union Internationale pour la Conservation de la Nature

UNISDR: United Nations Office for Disaster Risk Reduction

VER : Vulnérabilité du système e liée au Risque

Résumé

Notre étude a été menée dans la commune rurale de Loumbila, l'une des sept communes de la province d'Oubritenga. Sa proximité avec la ville de Ouagadougou fait d'elle, l'une des communes rurales où les échanges commerciaux sont développés. De façon globale, cette étude vise à développer un ensemble d'outils d'aide à la décision pour l'intégration de la résilience aux risques de catastrophe et aux changements climatiques dans la gouvernance locale, en particulier pour la commune de Loumbila. Spécifiquement, elle consiste à établir des référentiels d'impacts directs et indirects des risques climatiques pour la commune de Loumbila, à élaborer des référentiels des facteurs de vulnérabilité de la commune aux risques climatiques et à proposer des référentiels de résilience pour la commune. Dans la conduite de cette étude, nous sommes partis des postulats suivants : les principaux secteurs de développement de la commune rurale de Loumbila sont très sensibles aux effets adverses des risques climatiques; l'ampleur de la vulnérabilité résulte de caractéristiques contextuelles de la zone d'étude; pour la commune rurale de Loumbila ; la résilience peut être améliorée significativement par l'ajustement des politiques de développement. Le développement de ces outils d'aide à la décision a été basé sur un cadre théorique et méthodologique solide et une approche participative qui a impliqué l'autorité locale, les services déconcentrés de l'Etat, les populations locales et leurs associations de développement. Cette étude a abouti principalement aux éléments suivants: les tableaux des impacts et de facteurs de vulnérabilité, les spectres des impacts et des facteurs de vulnérabilité, les classes de vulnérabilité, les défis liés au climat futur, les solutions de résilience, les indicateurs de vulnérabilité et des solutions de résilience. Cette étude a atteint les objectifs assignés mais le problème majeur qui pourrait influencer sur l'efficacité et la performance de tels outils est essentiellement l'absence de base de données à l'échelle locale. Nous recommandons à l'issue de cette étude une prise compte des risques catastrophes dans le processus de la décentralisation et un renforcement de compétences sur les changements climatiques.

Mots clés : changements climatiques, résilience locale, gouvernance locale, Loumbila.

Abstract

Our study was carried out in the rural district of Loumbila, one of the seven communes of the province of Ouhimbira. Its proximity with the city of Ouagadougou makes of it, one of the rural communes where trade is developed. Overall, this study aims to develop a set of decision support tools for integrating resilience to disaster risks and climate change into local governance, especially for the municipality of Loumbila. Specifically, it consists of establishing benchmarks for the direct and indirect impacts of climatic risks for the municipality of Loumbila, developing guidelines for the vulnerability of the municipality to climate risks and proposing benchmarks of resilience for the district. In conducting this study, we assumed that the main development sectors of the rural municipality of Loumbila are very sensitive to the adverse effects of climate risks; The magnitude of vulnerability results from contextual characteristics of the study area; For the rural municipality of Loumbila; Resilience can be significantly improved by adjusting development policies. The development of these decision-making tools was based on a solid theoretical and methodological framework and a participatory approach which involved the local authority, the deconcentrated services of the State, the local populations and their development associations. The main findings of this study were: impact and vulnerability factor tables, spectra of impacts and vulnerability factors, vulnerability classes, future climate challenges, resilience solutions, vulnerability indicators And resilience solutions. This study has achieved the assigned objectives but the major problem that could influence the effectiveness and performance of such tools is essentially the lack of a database at the local level. We recommend at the end of this study that disaster risks be taken into account in the process of decentralization and capacity building on climate change. One of the basic options on which the Burkina Faso based its development is decentralization. This option transfers to local authorities multiple responsibilities including disaster risks prevention and management. However, this transfer of responsibilities not yet incorporates decision support tools to build local strategies for resilience to climate change because This dynamic is driven by communal development plans, integrates comprehensively various solutions to reduce the vulnerability to climate risks and disasters. These deficiencies of decentralization, if they are not addressed, could lead to an increase in vulnerability of local populations. Globally, this study develops a set of decision support tools for the integration of resilience to disaster risk and climate change in local governance, specifically for the rural district of Loumbila. Specifically, she consists to establish tools of direct and indirect impacts of climate risks and disasters of the district of

Abstract

Our study was carried out in the rural district of Loumbila, one of the seven communes of the province of Ouhimbira. Its proximity with the city of Ouagadougou makes of it, one of the rural communes where trade is developed. Overall, this study aims to develop a set of decision support tools for integrating resilience to disaster risks and climate change into local governance, especially for the municipality of Loumbila. Specifically, it consists of establishing benchmarks for the direct and indirect impacts of climatic risks for the municipality of Loumbila, developing guidelines for the vulnerability of the municipality to climate risks and proposing benchmarks of resilience for the district. In conducting this study, we assumed that the main development sectors of the rural municipality of Loumbila are very sensitive to the adverse effects of climate risks; The magnitude of vulnerability results from contextual characteristics of the study area; For the rural municipality of Loumbila; Resilience can be significantly improved by adjusting development policies. The development of these decision-making tools was based on a solid theoretical and methodological framework and a participatory approach which involved the local authority, the deconcentrated services of the State, the local populations and their development associations. The main findings of this study were: impact and vulnerability factor tables, spectra of impacts and vulnerability factors, vulnerability classes, future climate challenges, resilience solutions, vulnerability indicators And resilience solutions. This study has achieved the assigned objectives but the major problem that could influence the effectiveness and performance of such tools is essentially the lack of a database at the local level. We recommend at the end of this study that disaster risks be taken into account in the process of decentralization and capacity building on climate change. One of the basic options on which the Burkina Faso based its development is decentralization. This option transfers to local authorities multiple responsibilities including disaster risks prevention and management. However, this transfer of responsibilities not yet incorporates decision support tools to build local strategies for resilience to climate change because This dynamic is driven by communal development plans, integrates comprehensively various solutions to reduce the vulnerability to climate risks and disasters. These deficiencies of decentralization, if they are not addressed, could lead to an increase in vulnerability of local populations. Globally, this study develops a set of decision support tools for the integration of resilience to disaster risk and climate change in local governance, specifically for the rural district of Loumbila. Specifically, she consists to establish tools of direct and indirect impacts of climate risks and disasters of the district of

Loumbila; develop standards for vulnerabilities to climate risks and disasters and to provide resilience to Loumbila. Study embed up at the followings results: table of impact, table of specific impact, table of vulnerability factors, classes of vulnerability; envelopes and indicators of vulnerability and local resilience paths. The development of all decision support tools was based on a solid theoretical and methodological framework and a participatory approach that involved the local authority, the decentralized State services, local people and their development associations. This study met the assigned objectives but the major problem that could influence the effectiveness and performance of these tools is essentially no local database.

Key words: climate change, local resilience, local governance, Loumbila

Introduction

La question de la résilience aux changements climatiques et à leurs effets adverses est largement discutée au plan international. Elle constitue de nos jours une question de recherche scientifique. Des changements climatiques posent des menaces importantes. Pour l'Afrique, le cinquième rapport du Groupe d'experts Intergouvernemental sur l'Evolution du Climat (GIEC, 2007) prévoit pour l'agriculture, une réduction des rendements céréaliers de plus de 25% et une hausse du prix des denrées alimentaires de 3 à 84% en 2050. Les récoltes pourraient en effet diminuer dans certains pays africains de 50% en 2020 et même de 90% en 2100. Une augmentation de 5 à 8% (60 à 90 millions d'hectares) de terres arides et semi-aride est projetée dans les années 2080 sous plusieurs scénarios de changements du climat. Selon le cinquième rapport du GIEC, les problèmes de santé pourraient s'exacerber, tandis que la biodiversité connaîtrait une diminution d'espèces animales et végétales voire même des extinctions ainsi qu'une limitation des « espaces climatiques ».

En outre, certaines estimations projettent qu'entre 75 et 250 millions de personnes dans le monde seraient exposées à un stress hydrique accru en raison du changement climatique. Si cette situation se combine à une demande en hausse des ressources en eau du fait de l'accroissement démographique, elle aura des impacts dommageables sur le mode de vie des populations et exacerbera les problèmes liés à l'eau. Au Burkina Faso, les changements climatiques sont de plus en plus un enjeu majeur de développement car les résultats de la recherche scientifique montrent que ces changements climatiques affectent de manière significative les différents secteurs de développement (GIEC, 2007). Cet enjeu est lié aux menaces que posent ces changements du climat pour le développement sur les plans environnemental, économique, social, technologique, institutionnel et politique. Certaines de ces menaces du changement climatique pourraient être une raréfaction de l'eau agricole, la perte de fertilité des sols, une forte augmentation des coûts de production et des services sociaux de base, une altération des capacités des institutions et des contraintes accrues pour la conception et la mise en œuvre des politiques de développement (BADOLO.M, 2015). En 2009, les facteurs climatiques ont engendré au Burkina Faso une perte de 268 005 tonnes de céréales, soit une valeur monétaire de 35,266 milliards de francs (Burkina Faso, SCADD 2011-2015).

De nos jours, selon le principe de la décentralisation, la commune est devenue le lieu d'une dynamique continue visant à atténuer l'emprise du climat sur le développement socioéconomique (NAKOULMA.W.B et al, 2016). Cette dynamique qui est portée par les plans communaux de développement, intègre de manière globale des solutions diverses pour réduire la vulnérabilité de la commune aux risques climatiques et de catastrophes. Engager les collectivités locales dans des dynamiques pertinentes d'accroissement de leur résilience aux risques de catastrophes, demande dans le contexte du Burkina Faso, de mettre en place des systèmes spécifiques d'appui en place, dont des outils d'aide à la décision en lien avec la formulation et la mise en œuvre de processus de résilience à travers les politiques locales de développement. Ainsi, le challenge pour les collectivités et leurs populations est de travailler assurément à intégrer la résilience dans les politiques et actions de développement. Mais l'une des informations essentielles pour orienter et ajuster les politiques en vue de sécuriser le développement constituent les référentiels de résilience. Dans de tel contexte de changements climatiques, le problème auquel, nous sommes confrontés est l'absence des outils d'aide à la décision en lien avec la résilience aux changements climatiques.

La résilience résulte de plusieurs facteurs mais selon le cinquième rapport du GIEC, la meilleure manière d'agir pour réduire significativement la vulnérabilité est d'ajuster les politiques de développement. Pour réussir la gestion de la vulnérabilité actuelle et l'adaptation à moyen et long termes aux changements climatiques, il y a les besoins de connaissances des outils pour l'aide à la décision sur la résilience aux effets adverses des changements climatiques. Dans le contexte de la commune de Loumbila, il se pose un défi scientifique et décisionnel. Pour pallier ce défi, il est nécessaire d'élaborer des outils d'aide à la décision en lien avec la résilience aux changements climatiques.

Ainsi, la mise en place d'outils scientifiques d'aide à la décision pour la résilience à l'échelle locale, constituerait un progrès majeur. Les apports de tels outils sont notamment des référentiels pouvant faciliter une plus grande synergie des acteurs dans le processus de résilience et une plus grande qualité et performance de la gouvernance pour construire une configuration de résilience. Nous allons spécifier des orientations pour de tels référentiels à l'échelle locale, avec une emphase sur la commune de Loumbila. Ces référentiels, qui sont des référentiels d'impact, de vulnérabilité et d'intégration sont des outils d'aide à la décision pour formuler des chemins de résilience aux risques de catastrophes et aux changements

climatiques à l'échelle locale. Leur élaboration s'appuie sur un cadre théorique et méthodologique robuste qui a impliqué les autorités, les services techniques déconcentrés de l'Etat, les populations locales et leurs associations de développement. Cette démarche donne aux outils proposés, la pertinence nécessaire pour fonder une gouvernance locale de résilience aux risques de catastrophes, centrée sur les populations et leurs besoins de résilience.

Des objectifs sont poursuivis dans la conduite des investigations en lien avec cette étude.

L'objectif global de cette étude est développer des référentiels d'aide à la décision en lien avec la résilience aux risques de catastrophes et aux changements climatiques pour la commune rurale de Loumbila.

Cette étude vise spécifiquement à :

- établir des référentiels d'impacts directs et indirects des risques climatiques et de catastrophes sur l'économie, les services sociaux de base, l'environnement naturel, l'environnement bâti et la gouvernance de la commune de Loumbila;
- élaborer des référentiels des facteurs de vulnérabilité des ressources de la commune aux risques climatiques et de catastrophes ;
- proposer des référentiels d'intégration de la résilience dans la gouvernance locale.

Des hypothèses sont émises dans le cadre de cette étude et elles se définissent comme suit :

- les principaux secteurs de développement de la commune rurale de Loumbila sont très sensibles aux effets adverses des risques climatiques;
- l'ampleur de la vulnérabilité résulte de caractéristiques contextuelles de la zone d'étude;
- pour la commune rurale de Loumbila, la résilience peut être améliorée significativement par l'ajustement des politiques de développement.

Le présent document est structuré en trois (3) chapitres distincts. Après une introduction présentant le thème, l'objectif global et spécifiques et les articulations du document, le premier chapitre est consacré à la revue bibliographique sur les changements climatiques et leurs implications pour le développement. Ensuite, le matériel et méthodes font

l'objet du second chapitre, le troisième présente les résultats et leur interprétation et enfin la dernière partie est consacrée aux conclusions et recommandations.

Chapitre I : Revue bibliographique

L'état actuel des connaissances sur le climat a été dressé dans plusieurs publications scientifiques et dans des documents de politiques nationales de développement (.

Il existe aujourd'hui un ensemble de preuves scientifiques indiquant un monde en train de se réchauffer et à une évolution du climat (BADOLO.M, 2011). Ces preuves mettent en évidence, par exemple :

- des changements de la température à la surface de la terre ;
- des changements des régimes des précipitations ;
- des changements de la variabilité du climat et des phénomènes météorologiques et climatiques extrêmes.

Selon le cinquième rapport du GIEC, le changement climatique s'entend d'une variation de l'état du climat que l'on peut déceler (par exemple au moyen de tests statistiques) par des modifications de la moyenne et/ou de la variabilité de ses propriétés et qui persiste pendant une longue période, généralement pendant des décennies ou plus. Il se rapporte à tout changement du climat dans le temps, qu'il soit dû à la variabilité naturelle ou à l'activité humaine. Les changements climatiques sont des changements qui vont s'opérer dans le temps avec des spécificités locales.

De nos jours, grâce à de nombreuses recherches scientifiques notamment celles du GIEC, des causes, des manifestations et des effets des changements climatiques sont connus. Les causes majeures pour le Burkina Faso sont entre autres :

1.1. Causes majeures des changements climatiques

1.1.1. Emissions des gaz à effet de serre

Les principaux gaz ainsi que les secteurs d'émission sont :

- Dioxyde de carbone (CO₂), le plus mis en cause : combustibles fossiles et déforestation ;
- Méthane (CH₄) : rizières, troupeaux, extraction de charbon, décharges
- Oxyde nitreux (N₂O) : dégradation des engrais dans le sol, combustion de la végétation et des combustibles fossiles ;
- Gaz fluorés (HFC, PFC, SF₆) : air conditionné, réfrigération, isolation électrique.

La forte concentration de ces gaz dans l'atmosphère entraîne le dérèglement climatique, avec pour manifestations les événements climatiques extrêmes. Cette situation compromet dangereusement l'existence des populations et rendent vulnérables leurs systèmes de production durement éprouvés par la perte des ressources en eau et le phénomène de la désertification (GIEC, 2007).

1.1.2. Déforestation

Les forêts, en raison de la densité végétale qui les caractérise, jouent un rôle essentiel dans la régulation du climat, à la fois par la photosynthèse, qui transforme le carbone atmosphérique en oxygène, et par la consommation d'eau et l'évapotranspiration, qui font des régions forestières des zones dont l'humidité atmosphérique est assez stable. Cette double action des forêts sur l'atmosphère prend une dimension particulièrement importante dans le cadre du changement climatique par le biais de la séquestration du carbone. Par exemple, au Burkina Faso, en 1980, les forêts naturelles couvraient 15 380 000 ha des 274 200 km² du Burkina, soit 56% du territoire. En 1983, un nouvel inventaire de la FAO estimait le couvert forestier du Burkina à 16 200 000 ha des 274 200 km² du territoire national. En 2002, selon la même étude, le couvert forestier au Burkina Faso n'était plus que de 7 115 000 ha. Malgré leur caractère estimatif, ces données reflètent bien l'importance de la régression générale des superficies forestières estimées à environ 8 265 000 ha de 1980 à 2002 (en moins d'un demi-siècle) soit 375 682 ha l'année. Ces données couplées à celles de l'évolution de la population nous amène à nous interroger sur le rythme de la dégradation de nos forêts, car les prélèvements sur les ressources ligneuses s'effectuent souvent au-delà des capacités de régénération des milieux forestiers. Or, les forêts jouent un rôle essentiel dans l'atténuation des effets des changements climatiques et dans la fourniture de biens et de services écosystémiques essentiels à la postérité de l'humanité.

Le réchauffement de la planète est une conséquence de l'exagération de l'effet de serre provoqué par les activités humaines. Les informations scientifiques sont formelles que les

changements climatiques sont observés avec leur cortège d'impacts socio-économiques et environnementaux négatifs.

Le défi majeur auquel l'humanité est confrontée est la résilience ou la gestion de la vulnérabilité. Pour les collectivités territoriales du Burkina Faso, particulièrement pour la commune rurale de Loumbila, quelles sont les solutions et stratégies à mettre en œuvre pour assurer à moyen et long termes, une réduction significative de la vulnérabilité aux changements climatiques ?

Notre étude se focalise sur l'élaboration des référentiels d'aide à la décision pour mieux intégrer les questions de résilience aux changements climatiques dans les plans et projets de développement communal de Loumbila.

1.2. Définition des concepts

Dans cette section, les termes qui vont être définis sont : résilience, catastrophe, risque de catastrophe, gouvernance locale, changement climatique.

1.2.1. Résilience

Selon UNISDR en 2001 (United Nations Office for Disaster Risk Reduction), la résilience peut être définie comme « la capacité d'un système, d'une communauté ou d'une société exposée à des risques, à résister, absorber, s'adapter et à se remettre des effets d'un choc de manière opportune et efficace, y compris à travers la préservation et la restauration de ses structures et fonctions essentielles ». En d'autres termes, la résilience est la capacité des individus, des communautés, des organisations ou des pays exposés à des catastrophes et des crises et aux facteurs de vulnérabilité sous-jacents à anticiper, réduire l'impact, faire face et se relever des effets de l'adversité sans compromettre le potentiel de développement à long terme.

1.2.2. Catastrophe

C'est une grave perturbation du fonctionnement normal d'une population ou d'une société due à l'interaction de phénomènes environnementaux dangereux avec des conditions de vulnérabilité sociale, qui provoque sur le plan humain, matériel, économique ou environnemental de vastes effets indésirables nécessitant la prise immédiate de mesures pour

répondre aux besoins humains essentiels et exigeant parfois une assistance extérieure pour le relèvement (GIEC, 2007).

1.2.3. Risque de catastrophe

C'est la probabilité de survenue d'une catastrophe.

1.2.4. Gouvernance locale

La gouvernance locale désigne l'ensemble des mesures, des règles, des organes de décision, d'information qui permettent d'assurer le bon fonctionnement et le contrôle d'une collectivité. Elle permet à la collectivité locale de s'organiser pour prendre des décisions qui engagent l'ensemble de la communauté, résoudre les problèmes, mobiliser et gérer les ressources et enfin prévenir et apporter des solutions aux conflits. La gouvernance repose sur des principes essentiels dont :

- la responsabilité de tous les acteurs ;
- la transparence dans toutes les actions de développement ;
- l'obligation de rendre compte ;
- les règles de droit applicables à tous les citoyens ;
- la participation de tous les acteurs ;
- le leadership

Dans le cadre de l'administration territoriale, la gouvernance renvoie à la « décentralisation » qui est le processus par lequel l'Etat transfère certains de ses pouvoirs et de ses prérogatives (compétences) à des collectivités territoriales autonomes (Loi n°0055 du CGCT).

1.2.5. Changement climatique

La convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques, dans son article premier, définit les changements climatiques comme des "changements qui sont attribués directement ou indirectement à une activité humaine altérant la composition de l'atmosphère mondiale et qui viennent s'ajouter à la variabilité naturelle du climat observée au cours des périodes comparables" (GIEC, 2007).

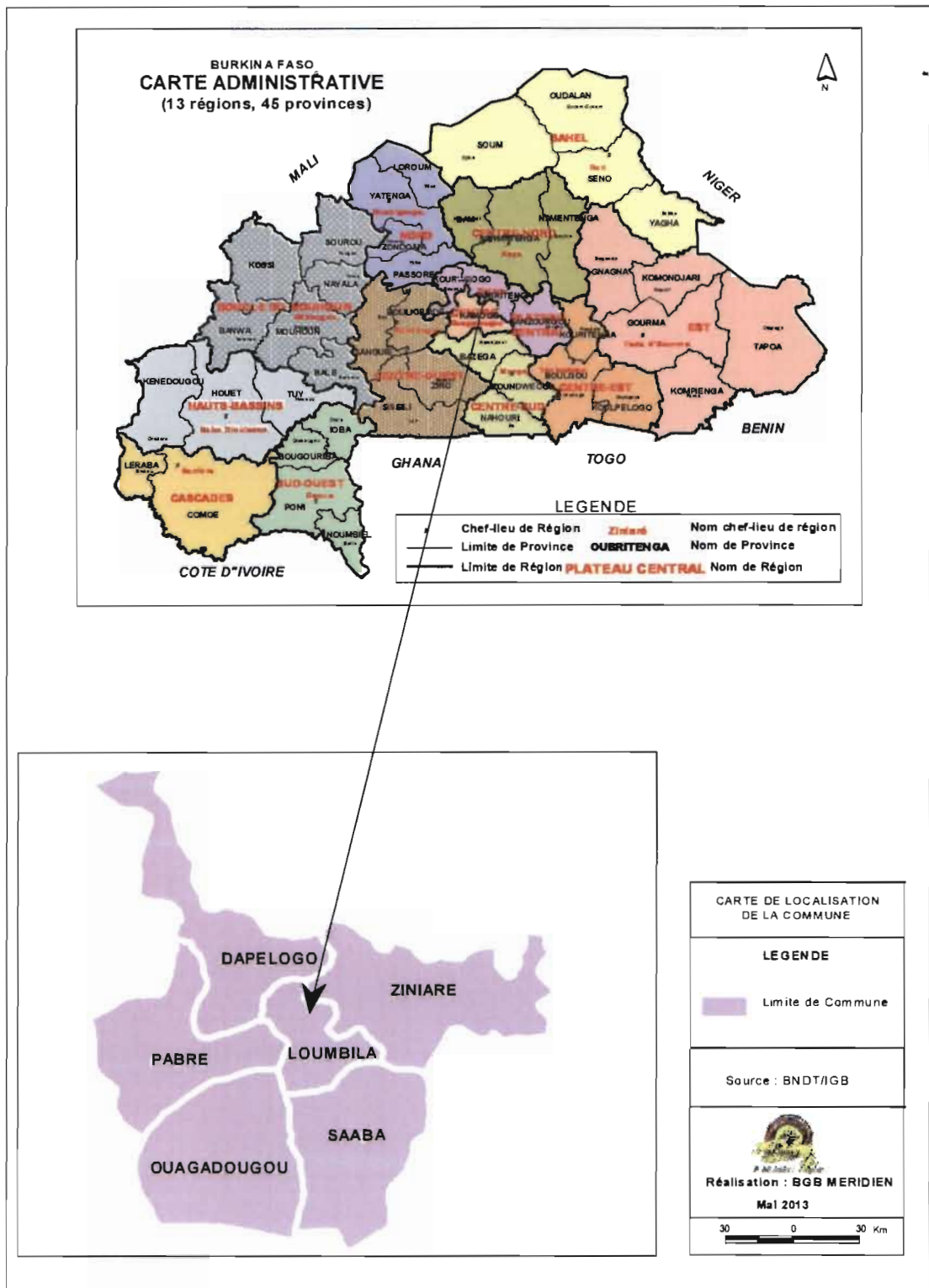
Chapitre II : matériel et méthodes

2.1. Zone d'étude

La commune de Loumbila se trouve dans la Région du Plateau Central, précisément dans la province de l'Oubritenga. Située à vingt cinq kilomètres de la capitale Ouagadougou, la commune est limitée :

- à l'Est par la commune de Ziniaré (chef lieu de la province de l'Oubritenga) ;
- à l'Ouest par la commune de Pabré et l'arrondissement de Nongremasson (province du Kadiogo) ;
- au Nord par la commune de Dapelogo (province de l'Oubritenga) ;
- au Sud par la commune de Saaba (province du Kadiogo).

La commune de Loumbila couvre une superficie de 362 Km² avec une densité de 65 habitants/Km² et compte trente et un (31) villages. La carte 1 donne des détails sur la localisation de la commune (Conseil Municipal, BGB Méridien SARL, 2013).



Carte 1: localisation de la commune rurale de Loumbila

Elle est sous l'influence d'un climat tropical de type soudanais (entre les isohyètes 600 mm et 900 mm), la pluviométrie est peu satisfaisante et particulièrement ces dernières années ; cela a une influence négative sur les productions agricoles.

Trois (03) principales classes de sol sont rencontrées dans la commune de Loumbila :

- les sols peu évolués sur matériaux gravillonnaire (sol d'érosion d'apport), ils couvrent environ 141,82 km², soit 80,13% du territoire communal ;
- les sols minéraux bruts ou lithosols (sol squelettique) ; ils couvrent 04,7 km² soit 02,655% de la commune (Conseil Municipal, BGB Méridien SARL, 2013);
- les sols hydromorphes (sur matériaux argilo-sableux) ; ils sont propices à la riziculture et au maraîchage. Ces sols occupent 30,46 km² soit 17,21% du territoire communal (Conseil Municipal, BGB Méridien SARL, 2013).

Située dans le territoire phytogéographique soudanien septentrional, la commune de Loumbila se définit suivant trois (03) types de végétation : une savane herbeuse et une savane arbustive. La savane herbeuse est très fortement dégradée au profit des champs de culture tandis que la forêt galerie se retrouve le long des cours d'eau. Avec un couvert végétal majoritairement constitué de savane, les espèces arborescentes sont dominantes.

Sur le plan démographique, les mossis et les peulhs cohabitent à Loumbila. Suite à la communalisation intégrale au Burkina Faso, consacrée par les élections municipales du 23 avril 2006, Loumbila est devenu une commune rurale. Elle compte, selon le recensement général de la population en 2006, environ 27 932 habitants. Toujours selon le recensement général de la population en 2006, les femmes représentent 50,93% de cette population (INSD, 2006).

L'une des principales ressources de la commune est un barrage de 42,2 millions de m³ et l'économie communale repose essentiellement sur la production céréalière, le maraîchage et l'élevage.

Les dynamiques actuelles de développement de la commune se fondent sur le plan communal de développement (PCD) qui s'étend sur la période 2014-2018. Les principaux secteurs concernés sont l'agriculture, l'élevage, la santé, l'éducation, les ressources naturelles, le commerce et l'artisanat. Globalement, le PCD donne une vue synoptique globale de la commune en matière de contraintes et de potentialités majeures dans les divers domaines, afin de permettre aux décideurs et acteurs d'orienter leur stratégies et actions de

développement. Il inclut les changements climatiques dans le panier des risques qui influence le développement de la commune. Dans la conduite de la présente étude, des outils seront utilisés.

2.2. Méthode climprospect

ClimProspect est un cadre méthodologique flexible qui permet d'utiliser plusieurs méthodes d'investigation scientifique comme la méthode du jugement d'experts, la méthode des prévisions par analogies, les applications des systèmes d'information géographique ou des méthodes quantitatives, à travers notamment des référentiels d'impacts ou de vulnérabilité.

Dans le cadre de cette étude, l'outil utilisé est le modèle climprospect. Cet outil utilise un algorithme qui se compose de deux parties distinctes.

La première partie est évaluée la vulnérabilité actuelle et comprend cinq blocs pour : b1) vecteur e associé au système considéré ; b2) vecteur risque r associé au système considéré; b3) des référentiels d'impacts du vecteur r sur le système étudié ; b4) des référentiels de vulnérabilité du système étudié au vecteur r ; b5) des chemins de résilience du système associé au vecteur r .

La seconde partie de ClimProspect évalue la vulnérabilité future d'un système au climat. Elle comprend deux blocs pour : a) l'enveloppe de scénarios de changements climatiques et b) le spectre des défis futurs liés aux changements climatiques pour le système étudié.

Dans la présente étude, ClimProspect sera utilisé à travers la méthode du jugement d'experts, la méthode des prévisions par analogies et des scénarios de changements climatiques qualitatifs.

Climprospect est le cadre méthodologique qui a régi l'approche scientifique. Comme le montre la figure 1, il est formé d'une juxtaposition de blocs pour respectivement: a) définition les analogues mathématiques des systèmes étudiés, b) spécification le vecteur des risques climatiques et de catastrophes, c) élaboration des référentiels d'impacts, d) élaboration des référentiels de vulnérabilité, e) établissement les référentiels de résilience (BADOLO.M, 2015).

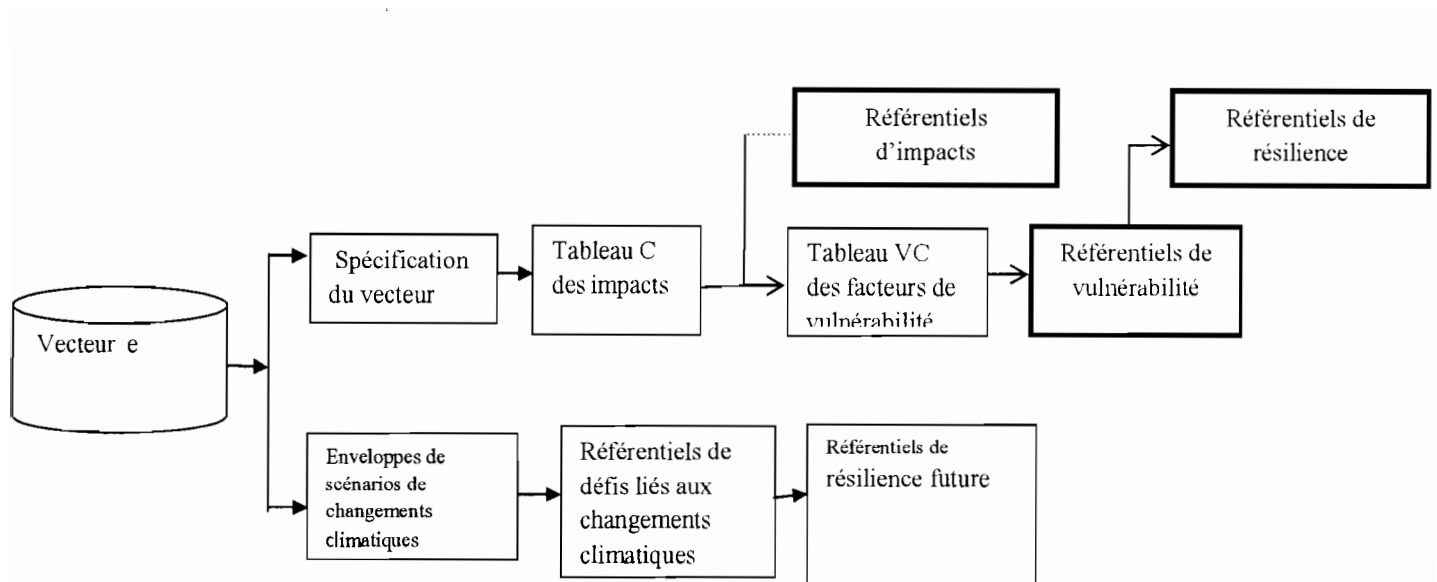


Figure 1 : illustration schématique du modèle ClimProspect

L'implémentation de Climprospect requiert de spécifier trois variables, dites variables indépendantes.

La première variable est le vecteur e ($e_1, e_2, e_3, e_4, e_5, \dots, e_k$) associé au système étudié. Les composantes e_1, e_2, \dots, e_k de ce vecteur sont les ($k=5$) dimensions du système retenues pour l'étude. De manière générale, elles sont les ($k=5$) composantes les plus significatives pouvant être affectées par les risques climatiques actuels et futurs.

La seconde variable est le vecteur risque r ($r_1, r_2, r_3, \dots, r_p$), dont les composantes sont les (p) risques climatiques et de catastrophes affectant le système considéré.

La troisième variable est sc composée des scénarios $sc1, sc2$ qui sont des descriptions parmi tant d'autres de ce pourrait être le climat de demain.

2.3. Approche participative

Dans le but de contextualiser les informations et les outils d'aide à la décision proposés suite de l'analyse scientifique, une enquête individuelle et des focus group ont été

nécessaires pour collecter des informations sur les perceptions, les pratiques et les besoins en lien avec la réduction de la vulnérabilité. Il s'est agi lors des enquêtes en pratique de spécifier avec les différentes parties prenantes à l'étude, les risques climatiques qui affectent de façon récurrente et significative le développement de la commune, les impacts les plus perceptibles lorsque ces risques climatiques surviennent, les problèmes d'ordre économique, social, environnemental politique, humain, technique/technologique et institutionnel qu'il faut résoudre pour réduire les impacts quand les risques surviennent et enfin les solutions associées pour renforcer la résilience. Un exemple de fiche d'enquêtes en annexe1. Des entretiens avec des personnes de ressources du domaine des changements climatiques ont été également effectués pour mieux cadrer notre investigation.

L'approche participative a été couplée à la méthode de jugement de l'expert ou d'analyse scientifique. Cette méthode a préalablement permis d'identifier les différents risques climatiques, les secteurs prioritaires de la zone qui sont les plus impactés par ces risques.

2.4. ECHANTILLONNAGE

L'enquête a impliqué les autorités locales (communales), les services techniques déconcentrés existant sur le territoire communal de Loumbila, les populations et leurs associations de développement telles que les associations Manegdb-zanga, Song-koaba, et le groupement des producteurs semenciers de la commune rurale de Loumbila. Pour la collecte des données, l'enquête a été réalisée sur un échantillon composé de deux représentants de l'autorité communale (secrétaire général de la mairie et le président de la délégation spéciale), du chef de zone d'appui technique en agriculture, de deux représentants des trois associations de développement (président et secrétaire général) et trente cinq producteurs de la commune de Loumbila. Au total quarante trois individus ont été enquêtés. La collecte des informations a été faite par une approche qualitative basée sur des entretiens. Le choix des populations a été fait sur la base du critère d'âge. Seuls les producteurs âgés de 30 ans et plus ont été enquêtés, pour la raison que les plus jeunes auraient moins d'expérience en matière de variations climatiques et moins d'observations pertinentes à formuler.

2.5. Analyse des données

A partir des données que nous avons collecté à l'aide des fiches d'enquête, nous avons procédé à un tri manuel des fiches contenant les mêmes informations. Nous avons procédé par le traitement des données à l'aide de Excel 2007. Un regroupement a été ensuite effectué selon que ces informations relèvent des impacts directs et indirects vécus, des facteurs de vulnérabilité et des solutions de résilience des risques sur la commune rurale de Loumbila par toutes les parties prenantes.

Chapitre III : résultats et discussion

3.1. Résultats

3.1.1. Les variables indépendantes

Les trois variables indépendantes e , r et sc associées à la commune de Loumbila sont spécifiées ci-dessous :

Le vecteur e est un vecteur à cinq composantes e_1 , e_2 , e_3 , e_4 et e_5 ayant respectivement trait aux dimensions économique, sociale, environnementale (naturelle) ; infrastructurelle, et la gouvernance de la commune. Elles sont :

- e_1 =agriculture ;
- e_2 =santé ;
- e_3 =terres agricoles ;
- e_4 = infrastructures économiques non marchandes (écoles publiques, centres de santé, concessions) ;
- e_5 =autorité communale (mécanismes de la gouvernance). L'équivalent mathématique de la commune rurale de Loumbila dans son ensemble est repris en annexe 4.

Le vecteur r quant à lui, est un vecteur à trois composantes qui sont :

- r_1 = sécheresses ;
- r_2 = inondations ;
- r_3 =vents violents.

Le choix des composantes du vecteur r a été orienté principalement par le programme d'action national d'adaptation à la variabilité et aux changements climatiques (PANA), dont

l'élaboration a été un processus participatif, impliquant les populations dans l'identification des risques climatiques les plus significatifs (MECV, 2007).

Selon BADOLO.M, 2011, l'ensemble sc des scénarios comprend deux scénarios climatiques sc1 et sc2 qui sont :

- sc1 : il anticipe, par rapport au climat actuel, un climat futur sec et chaud. Il se caractérise principalement par une forte hausse des températures, une baisse accrue des précipitations et une sécheresse permanente.
- sc2 : il projette, par rapport au climat actuel, un climat futur très variable. Il se caractérise par une augmentation de la température et un accroissement significatif de la fréquence et de l'intensité des chocs climatiques (sécheresses, inondations, vents violents).

3.1.2. Les référentiels d'impacts

Les référentiels d'impacts décrivent les effets adverses directs et indirects des risques climatiques sur le système étudié. Ils sont des ensembles spécifiques d'impacts pouvant également servir à définir les besoins de résilience ou des indicateurs de performance des interventions d'accroissement de la résilience.

3.1.2.1. Tableau des impacts

Le référentiel d'impacts de base est le tableau 1 des impacts directs et indirects. Pour le vecteur e (e_1, e_2, e_3, e_4, e_5) et le vecteur r (r_1, r_2, r_3) associés à la commune rurale de Loumbila, le tableau C est de format (5, 3) et ses composantes c_{ij} ($i = 1, 2, 3, 4, 5 ; j = 1, 2, 3$) sont formées de chaînes d'impacts. Elles sont de la forme $c_{ij} = \{eirjdo, eirjd1, \dots, eirjdm\}$, où m est la longueur de la chaîne des impacts.

Dans une chaîne d'impacts, $eirjdo$ est l'impact direct du risque r_j sur la composante e_i de e et $eirjd1, eirjd2, \dots, eirjdp$ sont les impacts indirects. En rappel, le lien entre les impacts est le suivant : $eirjd1$ est la conséquence immédiate la plus importante de $eirjdo$, $eirjd2$ est la conséquence immédiate la plus importante de $eirjd1$ et ainsi de suite. En pratique, l'évaluation des impacts des risques climatiques montre que les effets adverses du vecteur r

concernent toutes les dimensions de la commune de Loumbila et sont de types multiples. Les impacts peuvent être de type environnemental (naturel et bâti), économique, social, humain, institutionnel ou politique. Le tableau 1 est de la forme suivante:

Tableau 1: impacts directs et indirects des risques climatiques sur la commune

Composantes du vecteur e	Risques climatiques		
	r ₁	r ₂	r ₃
e ₁	c ₁₁	c ₁₂	c ₁₃
e ₂	c ₂₁	c ₂₂	c ₂₃
e ₃	c ₃₁	c ₃₂	c ₃₃
e ₄	c ₄₁	c ₄₂	c ₄₃
e ₅	c ₅₁	c ₅₂	c ₅₃

A titre d'exemple, la composante c₁₁ est :

c₁₁= {baisse de la production agricole, réduction de la contribution de l'agriculture à l'économie locale, dégradation de l'approvisionnement des marchés de la commune en céréales, flambée des prix des céréales, contraction de secteurs de l'économie communale, augmentation de la précarité économique, érosion des capacités locales d'investissement, amplification du phénomène de l'endettement des populations, perturbation de l'exécution du budget de la commune, réduction des capacités endogènes d'investissement de la commune, augmentation des coûts de production liés à l'amendement, baisse de la production agricole pluviale}.

On dérive toutefois une série de référentiels d'impacts plus pratiques par des diverses combinaisons mathématiques des composantes c_{ij} (i = 1, 2, 3, 4, 5; j = 1, 2,3).

3.1.2.2. Spectre des impacts

Le spectre des impacts du vecteur r est l'ensemble (der) obtenu par une sommation (union au sens mathématique) des composantes c_{ij} ($i = 1, 2, 3, 4, 5 ; j = 1, 2, 3$). Les éléments de cet ensemble, qui peuvent être assimilés à l'univers des impacts du vecteur r sur la commune sont :

der = {altération de la situation agricole et alimentaire, accroissement des besoins d'assistance humanitaire de la commune, occupation des édifices scolaires par les populations affectées par les inondations, perturbation du calendrier scolaire, accroissement des maladies carencielles, augmentation des conflits fonciers, altération de l'accès aux services sociaux de base, exacerbation de la dégradation des terres agricoles par érosion, amplification de l'ensablement du barrage de Loumbila, réduction de la disponibilité d'eau pour le maraîchage, érosion de la biodiversité, amplification de la pression anthropique sur les ressources naturelles, réduction de la contribution de l'agriculture à la formation de l'économie locale, dégradation de l'approvisionnement des marchés de la commune en céréales, flambée des prix des céréales, contraction de secteurs de l'économie communale, augmentation de la précarité économique, amplification du phénomène de l'endettement des populations, réduction des capacités endogènes d'investissement de la commune, augmentation des coûts de production liés à l'amendement, accentuation des retards dans l'exécution de certains projets de développement de la commune, altération des résultats des programmes éducatifs, recul dans l'atteinte des objectifs de développement de la commune }.

Les éléments de **der** montrent que les principales dimensions du développement socioéconomique de Loumbila sont significativement affectées par les risques climatiques. Du fait du caractère agricole de Loumbila, une baisse de la production agricole altère de manière significative les quatre premières composantes du développement communal.

3.1.2.3. Les référentiels d'impacts socioéconomiques

Du tableau 1, on peut dériver par des combinaisons, un ensemble de référentiels d'impact de type différent mais les référentiels considérés dans cette étude sont : a) **der_social** associé aux impacts de type social, b) **der_économique** associé aux impacts de type économique et c) **der_environmental** associé aux impacts de type environnemental pour la commune rurale de Loumbila.

Les éléments de l'ensemble **der_social** sont les changements négatifs obtenus en considérant que les impacts sociaux associés à la commune de Loumbila, avec une emphase sur la santé, à l'éducation et à la nutrition. Ces éléments sont :

der_social = { recul dans l'atteinte des objectifs d'autosuffisance alimentaire des ménages, accroissement de la dépendance aux œuvres humanitaires, occupation des édifices scolaires par des sinistrés, précarité des conditions d'hébergement des sinistrés, perturbation du calendrier scolaire, altération des résultats des programmes éducatifs, accroissement des maladies carencielles, augmentation des conflits fonciers, augmentation des charges de l'action sociale}.

Certains impacts notamment l'accroissement des maladies carencielles et l'augmentation des conflits fonciers devraient être illustrés pour montrer l'ampleur de ces impacts à Loumbila. Cependant l'absence de données à l'échelle de la commune de Loumbila dans ce secteur, constitue une limite majeure pour renseigner ces impacts.

En ne considérant que les impacts de type environnemental du tableau 1, on dresse l'ensemble des effets adverses du climat sur l'environnement pour Loumbila. Ces effets des risques climatiques sont les éléments de l'ensemble **der_environmental**.

der_environmental = {accélération de la dégradation des terres agricoles par érosion, amplification de l'ensablement du barrage de Loumbila, réduction de la disponibilité d'eau pour le maraîchage, brûlures des cultures}.

Dans cette étude, nous avons voulu illustrer de façon graphique l'intensité de la réduction de la disponibilité d'eau pour le maraîchage pour la commune de Loumbila mais l'absence de données demeure encore un obstacle. Cette illustration confirmerait davantage les résultats de l'analyse.

L'agriculture dans la commune rurale de Loumbila n'est pas épargnée par les risques climatiques. Ils en résultent des conséquences économiques qui alimentent la pauvreté locale. Ces effets directs et indirects des risques climatiques sont les éléments de l'ensemble **der_économique** qui est obtenu en considérant uniquement les impacts économiques du tableau 1.

der_économique = {réduction de la contribution de l'agriculture à la formation de l'économie locale, baisse de la production agricole pluviale, dégradation de l'approvisionnement des marchés locaux en céréales, flambée des prix des céréales, contraction des activités économiques locales, accroissement de la mévente des produits maraîchers, augmentation de la précarité économique locale, érosion des capacités d'investissement des ménages, endettement des ménages auprès des commerçants de céréales, augmentation des coûts de production liée à l'amendement, relocalisation budgétaire pour la réhabilitation des maisons et l'achat des vivres, affaiblissement des capacités endogènes de financement de la commune, destruction des exploitations agricoles}.

Dans le cadre de cette étude, la baisse de la production agricole pluviale et la flambée des prix des céréales sont par exemple des impacts qui devraient être illustrés graphiquement pour confirmer les résultats de l'analyse scientifique. A l'échelle de la commune de Loumbila et pour ce secteur, il y a une absence de données.

Ces ensembles d'impact socioéconomique permettent de définir les besoins de résilience aux changements climatiques pour la commune de Loumbila.

3.1.2.4. Perceptions des impacts par les populations

L'analyse des fiches d'enquête montre que les sécheresses, les inondations et les vents violents sont aussi les risques perçus par la population. L'enquête a révélé non seulement d'autres impacts différents mais aussi apporter des détails sur les résultats de l'analyse scientifique.

Ces impacts sont les éléments de l'ensemble **der_{ap}**.

$der_{ap} = \{$ baisse de la production pluviale, flambée des prix de céréales, augmentation du niveau de pauvreté des producteurs, reprise des opérations de semis (ressems), gaspillage et perte de bonnes semences, verses de cultures, amplification désertification, destruction des champs, diminution des moyens d'investissement, augmentation de la spéculation foncière, accroissement de l'insécurité foncière, augmentation du déficit de denrées alimentaires pour l'autoconsommation, forte sollicitation des services techniques, perturbation des programmes d'activité des associations, diminution de la participation de la population, accroissement des demandes en matériel agricole, accroissement des demandes en appui ponctuel auprès des associations $\}$.

der_{ap} constitue l'ensemble des éléments qui n'ont pas été identifiés par l'analyse scientifique. Ces éléments traduisent l'intérêt de l'approche participative pour une contextualisation des besoins et solutions de résilience car elle a permis d'avoir plus de détails et d'informations les effets engendrés par les risques sur la commune.

3.1.3. Référentiels des facteurs de vulnérabilité

Les référentiels de vulnérabilité sont des outils d'aide à la décision pour l'ajustement des plans et actions de développement en vue d'atténuer les impacts des risques climatiques et d'accroître la résilience. Pour la commune de Loumbila, une série de référentiels de vulnérabilité a été élaborée et se présente comme suit.

3.1.3.1. Tableau des facteurs de vulnérabilité

Le référentiel de vulnérabilité de base est le tableau 2. Pour le vecteur e (e_1, e_2, e_3, e_4, e_5) et le vecteur r (r_1, r_2, r_3) associés à la commune rurale de Loumbila, le tableau 2 est de format (5, 3) et ses composantes vc_{ij} ($i = 1, 2, 3, 4, 5 ; j = 1, 2, 3$) sont formées de facteurs de vulnérabilité. Les facteurs de vulnérabilité sont des problèmes qu'il faut résoudre pour qu'un risque n'engendre pas un certain impact. Pour ne plus vivre les impacts d'une chaîne d'impact c_{ij} , il faut adresser la vulnérabilité sous vc_{ij} . Les composantes vc_{ij} ($i = 1, 2, 3, 4, 5 ; j = 1, 2,$

3) sont des sous-ensembles de facteurs de vulnérabilité associés respectivement aux chaînes d'impact c_{ij} ($i = 1, 2, 3, 4, 5 ; j = 1, 2, 3$). L'information utilisée pour générer les facteurs de vulnérabilité à un risque est l'ensemble des impacts de ce risque.

Le tableau 2 se présente formellement comme suit :

Tableau 2 : facteurs de vulnérabilité

Composantes du vecteur r	Risques climatiques		
	r_1	r_2	r_3
e_1	vc_{11}	vc_{12}	vc_{13}
e_2	vc_{21}	vc_{22}	vc_{23}
e_3	vc_{31}	vc_{32}	vc_{33}
e_4	vc_{41}	vc_{42}	vc_{43}
e_5	vc_{51}	vc_{52}	vc_{53}

A titre d'exemple, le sous-ensemble vc_{11} est :

$vc_{11} = \{\text{caractère agricole de l'économie locale, coûts élevés de la fertilisation des terres agricoles, précarité financière des ménages, coûts élevés des dispositifs pour l'irrigation d'appoint, coûts élevés des intrants agricoles, faibles capacités d'épargne des populations, absence de mécanismes économiques de riposte et de relèvement post-catastrophe propres à la commune, absence des stocks de céréales, absence d'infrastructures de stockage de céréales à moyen et long termes, insuffisances de formation et d'information sur les changements climatiques, faible maîtrise de l'eau, faible modernisation de l'agriculture, absence de réglementation sur les emplacements des exploitations agricoles dans les zones inondables, analphabétisme élevé des producteurs}\}.$

On dérive du tableau 2, une série de référentiels de vulnérabilité plus pratique par diverses combinaisons mathématiques (Union et/ou Intersection) des composantes vc_{ij} .

3.1.3.2. Spectre des facteurs de vulnérabilité

Le spectre des facteurs de vulnérabilité est l'ensemble (**ver**) obtenu par la somme (union au sens mathématique du terme) des composantes v_{cij} ($i = 1, 2, 3, 4, 5 ; j = 1, 2, 3$). Il faut la percevoir comme le champ des facteurs de vulnérabilité. Les éléments de l'ensemble **ver** qui peut être assimilé à l'univers des facteurs de vulnérabilité du vecteur **e**, sont :

ver = {caractère agricole de l'économie locale, coûts élevés de la fertilisation des terres agricoles, précarité financière des ménages, coûts élevés des dispositifs pour l'irrigation d'appoint, coûts élevés des intrants agricoles, faibles capacités d'épargne des populations, faible diversification de l'économie locale, absence de subventions des intrants agricoles au niveau communal, déficiences du système de santé, absence de crédit agricole, absence de facilités financières pour la construction des habitats modernes, capacités financières réduites de la commune, absence de mécanismes économiques de riposte et de relèvement post-catastrophe propres à la commune, faible culture de l'irrigation complémentaire, insécurité foncière, insuffisances dans les mécanismes sociaux de riposte au déficit céréalier, faible accès aux services sanitaires dans la commune, absence d'une culture collective de préparation aux risques de catastrophes, absence de sites pour l'accueil des populations affectées par les catastrophes climatiques, fertilité réduite des terres agricoles, état dégradé de la biodiversité, caractère pluvial de l'agriculture, état érodé des écosystèmes, absence des stocks de sécurité alimentaire (banques de céréales), absence d'infrastructures de stockage de céréales à moyen et long termes, insuffisances de formation et d'information sur les changements climatiques, faible maîtrise de l'eau, faible modernisation de l'agriculture, faible diffusion des techniques de conservation des eaux du sol/ défense et restauration des sols (CES/DRS), faible niveau de technicité des producteurs, analphabétisme élevé des producteurs au niveau communal, faiblesse des recettes fiscales de la communale, faible récupération des terres dégradées, faible diffusion des variétés résistantes au stress hydrique}.

3.1.3.3. Les classes de vulnérabilité

On dérive à partir du tableau 2 quatre classes de vulnérabilité. Ces classes de vulnérabilité V1, V2, V3 et V4 sont des ensembles des facteurs de vulnérabilité en lien avec les phases du cycle de prévention et de gestion des risques de catastrophes. Elles ont trait respectivement à l'alerte, à la riposte, au relèvement et à la vulnérabilité structurelle V4. Les

éléments des classes, qui résultent dans chacun de ces cas d'une synthèse de l'analyse scientifique et des perceptions des populations, sont les facteurs de vulnérabilité à adresser pour réduire l'emprise du climat sur le développement de la commune de Loumbila.

Le tableau 3 donne une description des éléments de chacune de ces classes de vulnérabilité.

Tableau 3 : catégorisation en classes de vulnérabilité

Classes de vulnérabilité	Eléments des classes de vulnérabilité
V1	absence d'un système communal d'alerte précoce, insuffisances dans le système national d'alerte précoce
V2	absence de stocks de vivres, absence de budget au niveau communal pour la riposte, coût élevé des semences améliorées, faible niveau de technicité des producteurs, analphabétisme élevé, niveau élevé de l'insécurité foncière, faible diversification des sources de revenus des ménages, absence de subventions d'intrants agricoles au niveau communal, absence d'infrastructures de stockage de céréales à moyen et long terme, coûts élevés de matériaux définitifs de construction, absence d'édifices de secours d'urgence destinés à l'hébergement des populations affectées par les catastrophes climatiques
V3	absence du crédit agricole, absence de solutions de relèvement en place, faible accès aux services sociaux de base, faible récupération des terres dégradées, faible diffusion des techniques de CES/DRS, absence de mécanismes économiques de relèvement post-catastrophe propres à la commune
V4	faible diffusion des variétés résistantes au stress hydrique, caractère pluvial de l'agriculture, faible niveau de fertilité des terres agricoles, forte dégradation de la végétation, faible maîtrise d'eau, insuffisances de formation et d'information sur les changements climatiques

Le tableau montre que la vulnérabilité de la commune Loumbila résulte de : a) alerte précoce b) la riposte c) le relèvement et d) la vulnérabilité structurelle.

3.1.3.4. Les référentiels des facteurs de vulnérabilité socioéconomique

Du tableau 2, on peut également dériver par des combinaisons multiples des référentiels des facteurs de vulnérabilité socioéconomique. Dans cette étude les facteurs de

vulnérabilité portent sur huit type de vulnérabilités spécifiques qui sont: a) ver_économique formé de facteurs de vulnérabilité de type économique, b) ver_social formé de facteurs de vulnérabilité de type social, c) ver_environmental formé de facteurs de vulnérabilité de type environnemental, d) ver_humain formé de facteurs de vulnérabilité de type humain, e) ver_politique formé de facteurs de vulnérabilité de type politique, f) ver_scientifique formé de facteurs de vulnérabilité de type scientifique, g) ver_technique/technologique formé de facteurs de vulnérabilité de type technique/technologique et h) ver_institutionnel formé de facteurs de vulnérabilité de type institutionnel. Ce choix s'est fait selon les chapitres de développement du plan communal de Loumbila 2014-2018.

Le premier référentiel de vulnérabilité considéré est le sous-ensemble **ver_économique** dont les éléments sont des repères pour un ajustement de type économique des plans et actions de développement en lien avec la résilience aux risques de catastrophes et aux changements climatiques. Ils sont obtenus en tenant compte uniquement des facteurs de vulnérabilité de type économique du tableau 2. Ces repères sont :

ver_économique= {caractère agricole de l'économie locale, précarité financière des ménages, coûts élevés des dispositifs pour l'irrigation d'appoint, coûts élevés des intrants agricoles, faibles capacités d'épargne des populations, faible diversification de l'économie locale, absence de subventions des intrants agricoles au niveau communal, absence de crédit agricole, absence de facilités financières pour la construction des habitats modernes, capacités financières réduites de la commune, absence de mécanismes économiques de riposte et de relèvement post-catastrophe propres à la commune, coûts élevés des dispositifs de CES/DRS, faible niveau de recettes fiscales de la commune, coûts élevés de la location des terres, absence de petites unités de transformation des produits agricoles et forestiers non ligneux }.

L'ensemble des indications pour un ajustement de type social des plans et actions de développement est le second référentiel de vulnérabilité proposé dans ce document. Il est obtenu en considérant les facteurs de vulnérabilité de type social du tableau 2.

ver_social = {faible culture de l'irrigation complémentaire, insécurité foncière, insuffisances dans les mécanismes sociaux de riposte au déficit céréalier, absence d'une culture collective de préparation aux risques de catastrophes, absence de sites pour l'accueil des populations affectées par les inondations, faible culture de paiement des taxes dans la commune, absence des stocks de céréales, faible préparation des services de santé en équipement et en personnel en cas de catastrophes, forte compétition des acteurs pour

l'utilisation de l'espace, grandissante spéculation foncière dans la commune, faible récupération des terres dégradées}.

Pour un ajustement politique des plans et actions de développement de la commune de Loumbila, l'un des référentiels de vulnérabilité proposé dans ce document résume l'ensemble des indications. Elles dérivent des facteurs de vulnérabilité de type politique du tableau 2.

ver_politique = {défiance dans la prise en compte des risques climatiques dans les plans de développement communal, absence de réglementation sur les emplacements des exploitations agricoles dans les zones inondables, absence de budget prévisionnel pour la prévention et la gestion des catastrophes, absence de vision commune de la mairie et des services techniques, faible intégration des stocks de fertilisants agricoles dans les mécanismes de gestion de la commune, absence de réglementation sur les emplacements des constructions dans les zones inondables}.

Pour installer Loumbila dans une configuration de résilience, la dimension environnementale des plans et actions de développement devrait être également ajustée. Les orientations pour ce faire sont les éléments des référentiels de vulnérabilité **ver_environmental** qui sont issus de facteurs de vulnérabilité de type environnemental:

ver_environmental = {fertilité réduite des terres agricoles, état dégradé de la biodiversité, caractère pluvial de l'agriculture, dégradation des écosystèmes, capacités de rétention en eau d'irrigation réduites des autres retenues dans la commune}.

Le sous-ensemble **ver_humain** est constitué d'éléments qui sont des repères pour un ajustement sur le plan humain des plans et actions de développement en lien avec la résilience aux risques de catastrophes. Il est obtenu en ne considérant que les facteurs de vulnérabilité de type humain pour la commune.

ver_humain = {analphabétisme élevé des producteurs, faible maîtrise des procédures de la dépense publique, faible niveau de technicité des producteurs, faible niveau de qualification du personnel soignant, mauvaise utilisation des intrants agricoles}.

La dimension scientifique du développement occupe une place de choix dans la construction de la résilience dans la commune de Loumbila. Un ajustement des plans et actions de développement est très important et peut suivre l'ensemble des indications proposées dans ce document. Ces indications sont obtenues en ne regardant que les facteurs de vulnérabilité scientifique du tableau 2.

ver_scientifique = {absence des données climatiques au niveau communal, faible implication de la recherche dans la quête de la résilience, absence des données socioéconomiques pour la commune de Loumbila, absence des données climatiques à l'échelle de la commune de Loumbila, déficiences de connaissance sur l'ampleur des risques de sécheresse au niveau communal}.

La dimension technique/technologique des plans et actions de développement devrait être également ajustée pour établir une configuration de résilience. Les orientations sont les éléments des référentiels de vulnérabilité **ver_technique/technologique** qui sont obtenus en prenant uniquement en compte les facteurs de vulnérabilité de type technique/technologique.

ver_technique/technologique = {faible diffusion des variétés améliorées à cycle court adaptées dans la commune, faible intégration de l'agroforesterie dans les systèmes de production agricole, absence d'infrastructures de stockage à moyen et long terme, faible maîtrise de l'eau pour l'irrigation, faible diffusion des bonnes pratiques agricoles autour du barrage, faible modernisation de l'agriculture, faible niveau d'équipement des centres de santé en matériel adéquat, faible diffusion des techniques de CES/DRS}.

La commune rurale de Loumbila, pour un développement socioéconomique résilient aux changements climatiques, doit traiter la vulnérabilité d'ordre institutionnel. Le sous-ensemble **ver_institutionnel**, obtenu en considérant les facteurs de vulnérabilité institutionnelle du tableau 2, est constitué d'indications qui sont des repères pour un ajustement institutionnel des plans et actions de développement en lien avec la résilience aux risques de catastrophes et aux changements climatiques.

ver_institutionnel = {déficiences dans les mécanismes de riposte de relèvement post-catastrophe, faiblesse des instruments de sécurisation foncière au niveau de la commune, insuffisance des instruments de gestion foncière}.

Les perceptions des populations à travers l'approche participative, confirment les résultats de l'analyse scientifique. Cette approche donne plus d'informations et de détails sur les facteurs de vulnérabilité et les enveloppes de vulnérabilité élaborés.

3.1.3.5. Jeu d'indicateurs de vulnérabilité

Les indicateurs de vulnérabilité sont les outils usuels pour suivre l'évolution de la vulnérabilité d'un système donné aux risques climatiques. Ils dérivent des facteurs de vulnérabilité et définissent une variable qui permet de mesurer la progression de l'état de vulnérabilité vers la configuration de résilience.

Les actions à entreprendre pour réduire l'emprise du climat sur les secteurs du développement de Loumbila nécessite de disposer d'une situation de départ en vue de mieux évaluer les actions. Cette situation de départ est proposée dans ce document comme des indicateurs de vulnérabilité.

Pour la commune de Loumbila, un jeu de quatre indicateurs de vulnérabilité a été élaboré: ie₁) proportion de la production céréalière de type pluvial au niveau communal ; ie₂) proportion des besoins de riposte qui ne sont pas couverts par des systèmes de riposte en place dans la commune ; ie₃) proportion des exploitations agricoles qui n'ont pas internalisé les dispositifs de CES/DRS dans leur mode de production ; ie₄) proportion des besoins de résilience adressés dans la commune rurale de Loumbila. L'absence de données socioéconomiques et climatiques à l'échelle de la commune a été une difficulté majeure pour renseigner ces indicateurs.

3.1.3.6. Défis liés au climat futur

Les ensembles dsc1e et dsc2e sont respectivement les principaux défis à long terme sous les scénarios sc1 et sc2 pour la commune de Loumbila. L'analyse montre que ces défis sont de type environnemental, social, économique, humain, technique/technologique et institutionnel. Les éléments dsc1e et dsc2e sont repris dans le tableau 4 ci-dessous.

Tableau 4 : Principaux défis liés au climat futur pour la commune de Loumbila

Type de défis	scénarios	
	Dsc1e	Dsc2e
Environnemental	insuffisance accrue d'eau pour la production agricole, perte de la fertilité des terres agricoles, perte de la biodiversité, raccourcissement de la saison des pluies, décalage des saisons	forte fluctuation d'eau pour la production agricole, détérioration de la biodiversité, changements perpétuels des zones de production, perte de la fertilité des terres agricoles
Economique	augmentation des coûts de production, chute des rendements de cultures céréalières, diminution de la contribution de l'agriculture à l'économie locale	instabilité permanente des charges liées à l'exploitation agricole, augmentation des besoins en fertilisation, augmentation des contraintes économiques à la production agricole, grande variation de la rentabilité des exploitations agricoles, raréfaction et renchérissement du coût de crédit, fluctuation des prix de céréales dans les marchés locaux
Social	Augmentation des besoins alimentaires, augmentation des foyers de tension liés à l'accès à la terre, spéculation foncière, limitation de l'accès aux services sociaux de base	fluctuation de l'environnement social, accroissement des conflits fonciers, augmentation de la spéculation foncière, accroissement des flux migratoires (exode rural et vers les sites miniers), augmentation des besoins alimentaires
Humain	augmentation des exigences de qualification des agriculteurs, analphabétisme des producteurs, insuffisance de personnel d'appui technique aux producteurs	augmentation des exigences de qualification des agriculteurs, insuffisance de personnel d'appui technique aux producteurs
Technique/technologique	augmentation des contraintes techniques et technologiques pour la production agricole	augmentation des contraintes techniques et technologiques pour la production agricole, les semences, les produits fertilisants, les équipements agricoles d'irrigation et de drainage et les pratiques culturales
Institutionnel	augmentation des exigences des performances des politiques et institutions inhérentes au secteur de l'agriculture pluviale	augmentation des exigences de mécanismes d'alerte précoce, insuffisances de systèmes de riposte, exigence de performances des politiques agricoles et des institutions pour le secteur de l'agriculture

Pour la commune de Loumbila, les défis sont plus importants singulièrement pour le domaine économique quel que soit le scénario considéré.

3.1.3.7. Solutions de résilience

Les solutions de résilience sont des ensembles de solutions à mettre en œuvre pour réduire la vulnérabilité et par ricochet atténuer les impacts. Des solutions pour adresser la vulnérabilité actuelle et future pour la commune rurale de Loumbila ont été élaborées. Ces solutions sont d'ordre environnemental, économique, social, politique, humain et institutionnel. Ces ensembles de solutions sont présentées dans les tableaux 5 et 6 ci-après.

3.1.3.7.1. Gestion de la vulnérabilité actuelle

L'atténuation des effets du climat actuel requiert un modèle de développement qui nécessite de mobiliser d'importantes ressources financières et humaines. Ce type de modèle est bâti sur les référentiels de type environnemental, économique, social, humain, technique, scientifique et institutionnel. Ces référentiels de résilience sont des solutions à réaliser pour réduire les facteurs de vulnérabilité actuelle au climat. Ces référentiels sont consignés dans le tableau 5.

Tableau 5: solutions pour la gestion de la vulnérabilité actuelle

Facteurs de vulnérabilité	solutions de résilience associées
coût élevé des intrants agricoles, faible accès aux centres de santé, coût élevé des dispositifs d'irrigation d'appoint, coût élevé des matériaux définitifs de construction des habitats, absence des données climatiques et socioéconomiques au niveau communal.	améliorer et élargir les subventions des intrants agricoles, mise en place d'un fond annuel de prévention et de gestion des catastrophes, promouvoir l'accès aux services sociaux de base, mettre en place une station météorologique communale, assurer la diffusion des informations météorologiques à travers des radios locales.

En fonction de la persistance des facteurs de vulnérabilité et de les coûts de mise en œuvre des solutions de résilience, il appartient à l'autorité communale de Loumbila avec les acteurs de développement de définir les priorités de façon consensuelle et cela selon les ressources financières disponibles.

3.1.3.7.2. Gestion de la vulnérabilité future

La vulnérabilité future est fonction de la gestion actuelle de vulnérabilité. Les incertitudes sur l'évolution future du climat suggèrent d'orienter la réflexion scientifique vers des mesures d'adaptation « sans regrets ». Il s'agit de formuler des solutions dites sans regret pour chaque principal défi ou de proposer des plans d'adaptation susceptibles de procurer des bénéfices et de réduire la vulnérabilité au bouleversement du climat futur.

Les solutions élaborées sont des mesures, actions et politiques de type environnemental, économique, social, politique, humain, technique et institutionnel. Ces solutions sont présentées dans le tableau 6.

Tableau 6: solutions de résilience au climat futur

Type de facteurs de vulnérabilité	solutions de résilience
Environnemental	promouvoir le renforcement des politiques locales de mobilisation et gestion rationnelle de l'eau d'irrigation (développer la technique de goutte à goutte enterrée), renforcer les mécanismes de développement propre à travers la promotion de l'économie verte, développer des techniques modernes de conservation des eaux, préserver les ressources d'eau existant, promouvoir la mobilisation des eaux souterraines
Economique	renforcer les capacités de transformation, de conservation et de commercialisation des produits du secteur de l'agriculture
Social	accroître les capacités de transformation et de conservation des productions agricoles, promouvoir le développement des marchés locaux, créer des stocks agricoles de sécurité
Humain	mettre en œuvre une dynamique de changement qualitatif de comportement de la population agricole par une intensification de l'alphabétisation fonctionnelle et un développement de l'enseignement technique agricole
Institutionnel	promouvoir l'alerte précoce, développer des variétés agricoles appropriées, développer des mécanismes adaptés et performants de riposte, intensifier les aménagements hydro agricoles, créer des stocks agricoles de sécurité
Technique/technologique	développer des variétés agricoles appropriées, développer des technologies modernes adaptées et performantes de conservations des eaux et des sols
Scientifique	investir durablement dans le développement de la recherche et de l'innovation agricoles et renforcer les systèmes de vulgarisation agricole, promouvoir la recherche sur la résilience économique locale de l'eau agricole

Les défis futurs pour le développement de la commune rurale de Loumbila sont énormes et demanderaient des moyens financiers et humains importants (Conseil municipal ; MERIDIEN, 2014). Pour relever ces défis, des modèles de développement robustes prenant en compte les changements climatiques sont nécessaires afin de gérer la vulnérabilité future.

3.1.3.8. Orientations pour l'intégration de la résilience à la gouvernance de la commune de Loumbila

Le tableau 7 donne des indications sur les solutions de réduction de la vulnérabilité à court, moyen et long termes. Pour la commune de Loumbila, les éléments du tableau sont des solutions de type économique, environnemental, social, humain, scientifique, technologique et institutionnel à mettre en œuvre pour promouvoir une importante réduction de la vulnérabilité. Il se présente comme suit :

Tableau 7: Planification de la gestion de la vulnérabilité à court, moyen et long termes

Solutions de résilience	Echelle temporelle		
	Court terme	Moyen terme	Long terme
Re-économique	améliorer et élargir les subventions des intrants agricoles, revaloriser les banques de céréale, construction des magasins de warrantage adaptés, création de coopératives communale d'épargne et de crédit	dotation de la commune de trois tracteurs pour le labour, mise en place des stations météorologiques communales, installation d'une station agro météorologique dans la commune	développer de l'agriculture sous maîtrise d'eau, développer une Agriculture : <ul style="list-style-type: none"> - Econome en terres; - respectueuse des normes environnementales diversifier l'économie communale
Re-environnemental	promouvoir le renforcement des politiques locales de mobilisation et gestion rationnelle de l'eau d'irrigation préserver des ressources d'eau existant	développer et adopter des techniques modernes de préservation des ressources naturelles, renforcer les mécanismes de développement propre à travers la promotion de l'économie verte	développer une Agriculture économe en eau ; <ul style="list-style-type: none"> - établir des capacités de mobilisation d'eau pour l'agriculture de la commune
Re-social	promouvoir l'accès aux services sociaux de base, construire des centres de santé et de forages, créer des Comités Communaux de Secours d'Urgence et de Réhabilitation (COCOSUR)	impliquer des associations de développement dans la conception des plans de développement communal	créer un environnement social stable attractif, mettre en œuvre des filets sociaux pertinents, accroître l'offre de formation technique, mettre en place des comités villageois de la gestion foncière, sensibilisation sur le planning familial
Re-humain	intensifier les sensibilisations pour un changement de comportement et pour la prise de conscience des changements	créer des centres de formation agricole. assurer la formation technique de qualité adaptée aux populations	former une main d'œuvre qualifiée et ouverte sur la science, la technologie et la connaissance endogène respectueuse des normes environnementales

	climatiques		
Re-institutionnel	promouvoir l'alerte précoce, développer des variétés agricoles appropriées, développer des mécanismes adaptés et performants de riposte,	diffuser des informations météorologiques à travers des radios locales, diffuser des variétés résistantes au stress hydrique, développer des mécanismes de relèvement au niveau communal	établir mécanismes et de dispositifs performants de prévention et de gestion des risques, établir mécanismes performants d'alerte, de riposte et relèvement
Re-technique/technologique	développer des techniques et technologies modernes, adaptées et performantes de conservations des eaux et des sols	promouvoir de l'irrigation goutte à goutte enterrée, adopter les techniques et technologies de mobilisation des eaux souterraines	adopter une Agriculture capable de « dompter » le climat, d'anticiper et à même de mobiliser et d'utiliser les innovations technologiques requises pour son développement sous un climat en pleine mutation
Re-scientifique	soutenir la recherche scientifique sur la résilience aux changements climatiques au niveau local	créer et actualiser des bases de données socioéconomiques et climatiques à l'échelle de la commune	établir des stratégies scientifiques axées sur la collecte des données sur le climat

Ces éléments résultent d'une synthèse de l'analyse scientifique et des solutions proposées par les populations. En fonction des coûts qui seraient liés à leur réalisation, ces référentiels de résilience sont planifiés dans le court, moyen et long termes. Mais, en pratique, il revient à l'autorité communale, en concertation avec les populations, les services techniques et les partenaires au développement de renseigner le canevas proposé, en vue de réaliser les objectifs de réduction de la vulnérabilité.

3.2. Discussion

3.2.1. Portée des référentiels d'impacts

Le concept de chaînes d'impacts utilisé dans cette étude permet de mieux cerner les impacts directs et indirects des risques climatiques dans le contexte de l'étude. Pour le cas de la commune rurale de Loumbila, ils sont de type environnemental, économique, social, politique et institutionnel. Sur le plan scientifique, ce concept de chaîne d'impact permet d'améliorer les connaissances et de mieux caractériser les besoins de résilience socioéconomiques. Ce qui n'est pas le cas pour des études antérieures (PANA, 2007 ; SP/CONEDD, 2010).

De par sa nature, le tableau des impacts constitue une source exceptionnelle d'informations sur les effets des risques climatiques. En effet, par des combinaisons spécifiques, on génère à partir du tableau, des référentiels spécifiques d'aide à la décision. Il constitue un outil de réflexion sur les besoins de résilience (BADOLO.M, 2011). Dans le cadre de cette étude, des référentiels d'impacts de type économique, social, environnemental, politique et institutionnel ont été générés. Les référentiels d'impacts de type social permettent de spécifier les besoins de résilience de type social, ceux économiques les besoins de résilience de type économique. Les impacts de type environnemental, politique et institutionnel permettent de définir respectivement les besoins de résilience de type environnemental, politique et institutionnel. Le fait de bien caractériser les impacts, présage une bonne caractérisation de la vulnérabilité.

3.2.2. Portée des référentiels des facteurs de vulnérabilité

La vulnérabilité est l'information de base pour aider à orienter l'ajustement des projets et programmes de résilience. La qualité de cette information détermine la qualité des processus de résilience. La qualité des impacts permet de garantir la qualité des facteurs de vulnérabilité. Dans le cas de l'Afrique de l'Ouest et particulièrement du Burkina, les déficits majeurs en termes de connaissances pour la formulation, la mise en œuvre et l'évaluation de processus pertinents de résilience aux risques climatiques, sont relatifs à la vulnérabilité (SILMANE. A.B, 2008). Une des conséquences de ces déficits, est l'absence pour les secteurs

socio-économiques de base de référentiels de vulnérabilité consensuels orientant les initiatives de résilience (BADOLO.M, 2015). De ce fait, notre travail qui a trait à la vulnérabilité, constitue un apport manifeste dans la formulation des mécanismes de résilience. Dans un tel contexte, les référentiels de vulnérabilité socioéconomique présentés dans ce document, représentent des améliorations en termes de connaissances et de capacités de prise de décision en lien avec l'intégration des considérations liées à la résilience aux changements climatiques dans les politiques et initiatives de développement de la commune rurale de Loumbila. Dans d'autres études notamment celle de (YIGO. G. L. P, 2011), l'approche utilisée n'a pas développé de tels référentiels.

Le tableau des facteurs de vulnérabilité constitue une source d'informations à partir de laquelle, on peut fabriquer des référentiels spécifiques de vulnérabilité. Par des combinaisons mathématiques, on génère pour la commune de Loumbila, des facteurs de vulnérabilité de type économique, social, environnemental, politique, humain, scientifique, technique/technologique et institutionnel. Ils sont des outils d'aide à la prise de décision qui contribuent à informer les décideurs politiques sur l'orientation de la résilience. Ils renseignent sur la nature et l'ampleur de la vulnérabilité à laquelle la commune de Loumbila est exposée mais également sur les types d'acteurs à mobiliser pour la construction de la résilience.

Les classes de vulnérabilité sont des référentiels d'aide à la décision pour concevoir des actions de prévention et de gestion des risques de catastrophe. Les classes de vulnérabilité permettent d'évaluer l'existant sur la gestion de la vulnérabilité. La gestion des risques de catastrophes se concentre presque exclusivement sur des actions entreprises juste avant, pendant et peu de temps après une catastrophe (COSGAVE.J, 2014).

Les éléments de la classe de vulnérabilité VI vont orienter les processus de formulation et de mise en œuvre de solutions d'alerte précoce pertinentes pour le développement socioéconomique de la commune rurale de Loumbila. Sur le plan de l'alerte, le principal facteur de vulnérabilité pour la commune de Loumbila est l'absence d'un système communal d'alerte précoce qui limite considérablement une bonne prévention de risques climatiques. L'incertitude au sujet du climat futur peut entraîner une certaine confusion et la paralysie dans la poursuite des politiques existantes (OUEDRAOGO.O, 2010). La gestion des risques de catastrophes réside dans la diffusion des alertes précoces. Ce qui

nécessite au préalable de disposer d'un système performant d'alerte précoce. L'objectif premier d'un système d'alerte est de permettre aux individus et aux communautés de réagir à temps et de manière appropriée aux dangers afin de réduire les risques de décès, de blessures, de pertes matérielles et de dégâts (PANA, 2013). Les alertes doivent réussir à faire passer le message et à inciter les personnes en danger à agir. Les décideurs, en matière d'atténuation des catastrophes, ont besoin d'alertes de plus en plus précises pour veiller à ce que des mesures efficaces puissent être formulées (FEWS NET, 2010). Le fait de mieux connaître la variabilité climatique et de mieux gérer les risques qui y sont associés, offre de véritables perspectives aux décideurs en matière d'adaptation aux changements climatiques. Cela exige de l'autorité communale et d'autres acteurs de développement des efforts de mobilisation des ressources humaines et financières nécessaires pour implémenter un système d'alerte à l'échelle communale.

Les éléments de la classe de vulnérabilité V2 sont les référentiels pour l'élaboration et la mise en œuvre de solutions de riposte appropriés pour le développement socioéconomique de la commune rurale de Loumbila. En matière de riposte, l'absence de budget au niveau communal pour la riposte est le plus important des facteurs de vulnérabilité et requiert pour la commune de Loumbila, une mise en place de fonds spécial pour assurer la riposte.

Les éléments de cette classe de vulnérabilité V3 vont orienter l'élaboration et la mise en œuvre de relèvement pour le développement socioéconomique de la commune rurale de Loumbila. Concernant le relèvement, le facteur majeur de vulnérabilité dans cette commune est l'absence de mécanismes économiques de relèvement post-catastrophes propres à la commune. Les actions entreprises pour la riposte et le relèvement sont souvent de type social. Or, l'analyse des impacts révèlent que les facteurs de vulnérabilité de type économique persistent au lendemain des catastrophes. Cette situation s'explique par le fait que, les risques de catastrophes ayant détruit les récoltes des producteurs, seules sources de leur revenu, ceux-ci se trouvent non seulement à décapitaliser le cheptel qui est la principale source d'investissement, mais aussi dans l'incapacité de rembourser les prêts contractés auprès des commerçants. L'inexistence d'autres sources de revenus, les contraints à contracter davantage de nouvelles dettes pour subvenir à leurs besoins courants et vitaux, ce qui accentue leur état de précarité économique (COULIBALY. H, 2012).

Une gestion efficace de la vulnérabilité sous V4 est l'option principale pour installer le développement socioéconomique dans une configuration de résilience stable. Ce sont les éléments de cet ensemble qui vont servir de repères pour la formulation des solutions de gestion de la vulnérabilité structurelle. Le principal facteur de vulnérabilité structurelle pour la commune de Loumbila, est le caractère pluvial de l'agriculture qui influence négativement sur la production et l'alimentation. Cette situation recommande une mise œuvre des techniques de production sous maîtrise d'eau. Fondamentalement, la persistance de l'emprise du climat sur la commune rurale de Loumbila s'explique par des déficits dans la gestion de la vulnérabilité structurelle ou contextuelle aux risques de catastrophes et aux changements climatiques. Toutefois, pour un développement socioéconomique résilient aux changements climatiques de Loumbila, les efforts doivent converger vers cette classe de vulnérabilité (Gilles. B, 2010).

L'analyse des éléments des quatre classes de vulnérabilité montre que les facteurs de vulnérabilité qui se combinent entre eux pour générer la vulnérabilité sont de type environnemental, économique, social, humain, politique, technique/technologique, scientifique et institutionnel. Des concertations des acteurs concernés par le développement de la commune rurale de Loumbila, pourraient permettre de relier de façon consensuelle à chaque politique ou initiative de développement des secteurs étudiés, des référentiels de vulnérabilité à adresser. La pertinence des référentiels de vulnérabilité permet d'envisager des référentiels performants de résilience aux changements climatiques.

3.2.3. Portée des référentiels de résilience

A partir des référentiels des facteurs de vulnérabilité, nous avons établi pour la commune rurale de Loumbila, des référentiels de résilience, qui sont de type économique, social, environnemental, social, scientifique, humain, technique/technologique et institutionnel. En effet ces différents types de référentiels de résilience constituent en pratique, des solutions ou des stratégies à mettre en œuvre pour adresser la vulnérabilité dans la commune. Ces référentiels constituent un outil robuste pour formuler et planifier dans le temps les efforts de réduction de l'emprise du climat et des risques de catastrophes et climatiques sur les secteurs du développement.

Sur le plan économique, des solutions de résilience sont élaborées suivant les court, moyen et long termes pour adresser la vulnérabilité économique qui est la plus importante contrairement à (SP/CONEDD, 2010) qui montre que la vulnérabilité d'abord d'ordre environnemental.

Pour traiter la vulnérabilité sociale de la commune de Loumbila, des solutions d'ordre social sont élaborées. La mise en œuvre de ces solutions permettra d'installer un développement résilient social aux changements climatiques. Pour faire face à la vulnérabilité de la commune sur le plan environnemental, un ensemble de solutions sont à implémenter pour promouvoir une résilience environnementale. Des solutions à mettre en œuvre sont aussi élaborées pour traiter la vulnérabilité humaine, technique/technologique et institutionnelle de la commune rurale de Loumbila.

Le tableau 7 présente les ensembles de solutions de résilience suggérés pour adresser la vulnérabilité sous ses diverses formes suivant l'échelle temporelle (court, moyen et long termes) dans la commune de Loumbila. Ces ensembles sont orientés par la vulnérabilité, centrés sur la communauté et prennent en compte les besoins spécifiques de résilience. Ces éléments sont des indications pour des actions ou des stratégies visant à relever les défis de résilience qui se présentent à la gouvernance. Ces éléments se fondent sur l'information, la formation, la sensibilisation, les mécanismes et dispositifs endogènes de riposte et des exercices communautaires spécifiques, des partenariats multi-acteurs, des recherches scientifiques, des dynamiques communautaires de préparation aux risques climatiques et de catastrophes. A l'échelle communautaire, des contraintes diverses pourraient entraver la mise en œuvre de ces solutions de résilience. Ces contraintes sont entre autres le caractère tributaire de la politique de développement communal à celle nationale, la faiblesse du budget communal. Une action devra être mise en œuvre en vue d'identifier ces contraintes et concevoir un ensemble de mesures de facilitation pour les lever. La commune de Loumbila dispose cependant des atouts non négligeables pour la mise en œuvre de ces référentiels de résilience. Parmi ceux-ci, on peut citer le partenariat développement avec certaines villes de la France : le cas des jumelages Mitry Mory et Limousin avec la commune de Loumbila, le fait que les populations de la commune ont une culture d'auto développement et sont déterminées à apporter leurs contributions au processus de développement (conseil municipal ; MERDIEN, 2014).

De façon pratique, le déploiement de ces référentiels devrait être envisagé de manière prioritaire à travers les projets et programmes de développement. Une telle approche demandera un ajustement de la gouvernance du développement au niveau local.

De manière globale, les résultats présentés dans ce document devraient contribuer à l'amélioration des processus de résilience aux risques de catastrophes et aux changements climatiques au niveau de la commune rurale de Loumbila. Ils offrent en effet, les outils d'aide à la décision pour : c1) promouvoir des espaces de concertation des acteurs intervenant dans la résilience ; c2) fixer des objectifs partagés de résilience de la commune à court, moyen et long termes ; c3) planifier dans le temps les actions de construction de la résilience; c4) établir de manière régulière des situations de référence de la résilience et c5) mettre en place des mécanismes consensuels d'évaluation des progrès réalisés en termes d'accroissement de la résilience. L'aboutissement à une configuration de résilience requiert pour la commune rurale de Loumbila, située dans la province d'Oubritenga une nette amélioration de la gouvernance locale

Conclusion et recommandations

Cette étude dont l'objectif était développer des outils d'aide à la décision en lien avec la résilience aux risques de catastrophes et aux changements climatiques pour la commune rurale de Loumbila, a permis à travers la mise en œuvre de ClimProspect, d'identifier les risques climatiques significatifs et leurs impacts directs et indirects sur la commune, de caractériser la vulnérabilité de la commune et de proposer des référentiels d'aide à la décision pour construire une configuration durable de résilience.

De par leur nature et leur pertinence, les outils proposés devraient permettre de promouvoir des cadres de concertation des acteurs intervenant dans la résilience, de planifier dans le temps les actions de construction de la résilience et d'établir de manière régulière des situations de référence de la résilience. Il en résulterait une gouvernance des risques climatiques plus participative et plus centrée sur les populations et leurs besoins de résilience, créant progressivement les conditions d'un développement durable.

Les investigations confirment que les principaux secteurs de développement de Loumbila sont sensibles aux effets adverses des risques climatiques mais que leur résilience peut être améliorée par l'ajustement des politiques de développement. Les résultats de notre étude montrent que la prévention et la gestion des risques de catastrophes à l'échelle locale nécessitera des efforts qui sont au delà des capacités politiques et financières actuelles de la commune de Loumbila. Ce qui vient confirmer les hypothèses formulées dans le cas de cette étude. Afin que ces référentiels servent très efficacement à l'établissement d'une configuration durable de résilience, des recommandations suivantes sont formulées à l'intention de :

- l'Etat : il doit revoir le processus de la décentralisation pour prendre en compte des mécanismes d'appui aux collectivités territoriales en lien avec la résilience aux risques de catastrophes et aux changements climatiques. Une mise en place à l'échelle communale d'une base de données socioéconomique et climatique est aussi nécessaire. Au regard de l'acuité et de la récurrence des effets néfastes des changements climatiques selon les projections, la réussite de la mise en œuvre de ces

référentiels exige un partenariat multi-acteurs, une association aux schémas de réduction de la vulnérabilité des corpus de mesures de facilitation.

- producteurs/populations : un renforcement de leurs connaissances sur les questions de vulnérabilité et de résilience aux changements climatiques en vue de leur implication effective dans la conception des plans communaux de développement serait d'un grand intérêt. Un tel renforcement peut se focaliser la formations et l'information des producteurs de Loumbila sur les nouvelles stratégies d'adaptation aux changements climatiques. Cela facilitera sous doute l'accompagnement efficace des organisations non gouvernementales et associations de développement dans la quête perpétuelle de la résilience.
- associations de développement et organisations non gouvernementales : un renforcement de leurs activités d'appui-conseil à travers des approches novatrices dans le domaine de la résilience pour parvenir à une bonne connaissance des pratiques et stratégies paysannes pouvant contribuer au renforcement des capacités de résilience aux changements climatiques. Ces structures de développement s'appuieront sur de fiables bases de données conçues par l'Etat afin de formuler des outils de gestion de la vulnérabilité et d'adaptation aux changements climatiques. Cette connaissance est indispensable pour lier les stratégies nationales à celles existantes au niveau local et surtout pour promouvoir les options de résilience sur toute l'étendue du territoire national.

Références bibliographiques

BADOLO. M, 2011 : Cadre théorique et méthodologique de la résilience aux risques de catastrophes et aux changements climatiques, lettre scientifique, 4P, numéro 4, 1-4p

BADOLO. M, 2015 : Référentiel théorique pour la spécification de configurations de vulnérabilité ou de résilience aux risques de catastrophes et aux changements climatiques, lettre scientifique, 8p, numéro 3, 1-8p

BADOLO. M, 2015 : Référentiel théorique pour la spécification de configurations de vulnérabilité ou de résilience aux risques de catastrophes et aux changements climatiques, lettre scientifique, numéro 5, 1-4p

Burkina Faso, 2010 : Stratégie de croissance accélérée et de développement durable (SCADD) 2011-2015, 116p

Burkina Faso, 2013 : Plan d'action national d'adaptation à la vulnérabilité et aux changements climatiques (PANA), 32p

COSGAVE. J, 2014 : réponses aux inondations : leçons théoriques d'opération de secours et de reconstitutions précédentes, 42p

COULIBALY. H, 2012, *adaptation de l'agriculture pluviale au changement climatique dans le triangle de la pauvreté en Mauritanie : cas de la commune rurale de Diadjibiné*, 92p

FAO, 2011 : *les forêts et les changements climatiques*, 20p

FEWNET, 2010 : *évaluation rapide de l'impact de la sécheresse en milieu rural*. 19p

Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC), 2014: les changements climatiques, incidences, adaptation et vulnérabilité

Gilles. B, 2010, Ph. D: impacts des changements climatiques sur l'agriculture au Québec, université de Québec, 20p

Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC), 2007: *Bilan des changements climatiques. Contribution des Groupes de travail I, II et III au quatrième rapport d'évaluation*, 103p

HUMANITY AND NATURE, réseau climat développement, 2013 : guide d'intégration des changements climatiques dans les plans de développement communaux. 40p

IBILA. D, HOUNKPONOU. S. K, 2011 : guide « simplifié » pour l'intégration de l'Adaptation aux Changements Climatiques dans la Planification du développement local. 29p

MECV, Burkina Faso, 2007 : formulation du Plan d'action national d'adaptation à la vulnérabilité et aux changements climatiques (PANA): volet agriculture, 123p

Monographie de la province d'Ouhritenga

NAKOULMA. W. B ; BADOLO M, 2016 : gouvernance locale et résilience aux risques de catastrophes et aux changements climatiques au Burkina Faso, lettre scientifique, 4p, numéro 5, 1-4p

OUEDRAOGO O, 2013 : identification des systèmes de productions agricoles intégrés existants et propositions de meilleures pratiques pour la commune de Loumbila, AGRINOVA, 114p

Plan Communal de Développement de Loumbila 2014-2018 (PCD), 2014, 119p

Plan de développement institutionnel de Loumbila 2013-2016 (PDI), 2013, 58p

SILMANE. A. B, 2008 : vulnérabilité de l'agriculture pluviale dans le bassin de la volta : Analyse de l'impact de la variabilité des pluies et le risque de sécheresse sur le rendement et la gestion des exploitations agricoles, 85p

SOME. B, 2010 : la réalité du changement climatique et ses impacts sur les rendements agricoles des céréales au sahel, 36p

SP/CONEDD, 2010 : *deuxième communication nationale sur les changements climatiques*, 117p

SP/CONEDD, 2010 : *étude d'approfondissement de la vulnérabilité et de l'adaptation du secteur des ressources en eau aux changements climatiques au Burkina Faso. Rapport final d'expertise. SP/CONEDD. MECV. Burkina Faso.* 163p.

SP/CONEDD, 2010 : *vulnérabilité et adaptation des principaux secteurs économiques aux changements climatique: agriculture et élevage. SP/CONEDD. MECV. Burkina Faso.* 88p.

Union Internationale pour la Conservation de la Nature (UICN), 2012 : *catalogues des bonnes pratiques*, 64p

YIGO G. L. P. A, 2011, ingénierat : élaboration d'un cadre d'intervention pour la gestion des risques liés aux changements climatiques dans le domaine de la sécurité alimentaire au Burkina Faso, IDR/UPB, 88p.

Webographie

MATD, 2004, loi n°055/AN portant le code général des collectivités territoriales (CGCT), 47p. URL: http://www.google.bf/?gws_rd=ssl#q=code+g%C3%A9n%C3%A9ral+des+collectivité%C3%A9s+territoriales, consulté le 16 décembre 2015 à 9h34

IPCC WGI AR5: <http://www.climatechange2014.org/>, consulté le 12 décembre 2015 à 16h23
Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC) : *résumé à l'intention des décideurs du volume 1 et 2 du 5e rapport d'évaluation* : <http://www.developpement-durable.gouv.fr/giec>, consulté le 23 novembre 2015 à 21h45.

Burkina Faso, 2010, *Rapport évaluation des impacts, des pertes et des besoins en reconstruction suite aux inondations du 1er Septembre 2009 au Burkina Faso*, 151p ; URL : http://www.gfdrr.org/sites/.../PDNA_BurkinaFaso_Sept-09_Rapport_FR.pdf, consulté le 16 janvier 2016 à 18h32

Annexes

Annexe1 : fiche d'entretien : autorité communale

Annexe 2 : tableau des impacts

Annexe 3 : tableau des facteurs de vulnérabilité

Annexe 4 : modélisation de la commune rurale de Loumbila

Annexe 1 : fiche d'entretien adressée à l'autorité communale

Partie A : cartographie des risques

Selon vous, quels sont les trois (3) principaux risques climatiques qui affectent de façon récurrente la commune et son développement ?

Risque r_1 =.....

Risque r_2 =.....

Risque r_3 =.....

Partie B: identification des impacts directs et indirects

Définition :

Un impact est l'effet perceptible que produit un risque lorsqu'il se réalise.

Un impact direct est l'effet immédiat et perceptible lorsque le risque se réalise.

Un impact indirect est la conséquence immédiate importante et perceptible d'un impact donné.

La gouvernance locale/communale est l'ensemble des bonnes pratiques de gestion des affaires publiques locales/communales s'inscrivant dans le strict respect des règles et procédures en vigueur et dans l'intérêt supérieur des usagers des services publics locaux. Elle implique l'adoption et la mise en œuvre de règles, de procédures, d'institutions et de mécanismes permettant aux citoyens d'exprimer leurs intérêts, d'exercer leurs droits et de participer au développement de leur localité/commune.

1) Selon vous, quel est l'impact direct d_0 de r_1 sur la gouvernance de la commune?.....

Selon vous, quel est l'impact indirect d_1 (d_1 est la conséquence immédiate la plus importante et perceptible de d_0 pour le risque r_1) de r_1 :-

.....

Selon vous, quel est l'impact indirect d_2 (d_2 est la conséquence immédiate la plus importante et perceptible de d_1 pour le risque r_1) de r_1 :-
.....

2) Selon vous, quel est l'impact direct d_0 de r_2 sur la gouvernance de la commune?.....

Selon vous, quel est l'impact indirect d_1 (d_1 est la conséquence immédiate la plus importante et perceptible de d_0 pour le risque r_2) de r_2 :-
.....

Selon vous, quel est l'impact indirect d_2 (d_2 est la conséquence immédiate la plus importante et perceptible de d_1 pour le risque r_2 de r_2 :-
.....

3) Selon vous, quel est l'impact direct d_0 de r_3 sur la gouvernance de la commune?.....

Selon vous, quel est l'impact indirect d_1 (d_1 est la conséquence immédiate la plus importante et perceptible de d_0 pour le risque r_3) de r_3 :-
.....

Selon vous, quel est l'impact indirect d_2 (d_2 est la conséquence immédiate la plus importante et perceptible de d_1 pour le risque r_3) de r_3 :-
.....

Partie C: Identification des facteurs de vulnérabilité

Définition:

Facteurs de vulnérabilité sont des problèmes qu'il faut résoudre pour qu'un risque n'engendre pas un certain impact.

Facteurs de vulnérabilité liés à l'impact d₀:

Selon vous, quels sont les facteurs de vulnérabilité de type institutionnel qu'il faut résoudre pour que l'impact d₀ ne se produise plus?.....

Selon vous, quels sont les facteurs de vulnérabilité de type politique qu'il faut résoudre pour que l'impact d₀ ne se produise plus?.....

Selon vous, quels sont les facteurs de vulnérabilité de type environnemental qu'il faut résoudre pour que l'impact d₀ ne se produise plus?.....

Selon vous, quels sont les facteurs de vulnérabilité de type économique qu'il faut résoudre pour que l'impact d₀ ne se produise plus?.....

Facteurs de vulnérabilité liés à l'impact d₁:

Selon vous, quels sont les facteurs de vulnérabilité de type institutionnel qu'il faut résoudre pour que l'impact d₁ ne se produise plus?.....

Selon vous, quels sont les facteurs de vulnérabilité de type politique qu'il faut résoudre pour que l'impact d₁ ne se produise plus?.....

Selon vous, quels sont les facteurs de vulnérabilité de type environnemental qu'il faut résoudre pour que l'impact d₁ ne se produise plus?.....

Selon vous, quels sont les facteurs de vulnérabilité de type économique qu'il faut résoudre pour que l'impact d₁ ne se produise plus?.....

Facteurs de vulnérabilité liés à l'impact d₂:

Selon vous, quels sont les facteurs de vulnérabilité de type institutionnel qu'il faut résoudre pour que l'impact d₂ ne se produise plus?.....

Selon vous, quels sont les facteurs de vulnérabilité de type politique qu'il faut résoudre pour que l'impact d₂ ne se produise plus?.....

Selon vous, quels sont les facteurs de vulnérabilité de type environnemental qu'il faut résoudre pour que l'impact d₂ ne se produise plus?.....

Selon vous, quels sont les facteurs de vulnérabilité de type économique qu'il faut résoudre pour que l'impact d_2 ne se produise plus?.....

Partie D: solutions préconisées pour réduire la vulnérabilité

1) Selon vous, quelles sont les solutions à préconiser pour résoudre les facteurs de vulnérabilité de type institutionnel liés aux impacts:

d_0 :.....

d_1 :.....

d_2 :.....

2) Selon vous, quelles sont les solutions à préconiser pour résoudre les facteurs de vulnérabilité de type politique liés aux impacts:

d_0 :.....

d_1 :.....

d_2 :.....

3) selon vous, quelles sont les solutions à préconiser pour résoudre les facteurs de vulnérabilité de type économique liés aux impacts:

d_0 :.....

d_1 :.....

d_2 :.....

Annexe 2: Tableau des impacts

Impact direct au risque climatique	Risque climatique = sécheresse										
	Impacts indirects au risque climatique										
	Forte pression sur les produits forestiers ligneux et non ligneux		Développement et reprise des activités ne respectant pas l'écologie				Développement de certaines maladies				Extension des champs par de nouvelles défriches
	Perturbation de l'approvisionnement des marchés en céréales		flambée des prix des produits agricoles		La grande part des revenus est consacrée à l'achat des vivres		Paralysie des activités économiques rurales		Diminution des investissements des ménages		Persistance de la pauvreté
	Migration (exode rural)	d1= perturbation dans l'approvisionnement en céréales des marchés de Nomganan et Loumbila	Déficit céréalier	d2= flambée des prix des produits céréaliers	Dégradation du régime alimentaire des ménages	d3= Dégradation de la ration alimentaire des ménages	endettement auprès des commerçants	d4= endettement des ménages auprès des commerçants	recul dans l'atteinte des objectifs d'autosuffisance alimentaire des ménages	d5= recul dans l'atteinte des objectifs d'autosuffisance alimentaire des ménages	Dépendance accrue à l'aide humanitaire

d0= baisse de la producti on pluviale	Chamboulement du programme annuel de développement, une redéfinition des priorités		Restreinte la politique à la recherche des solutions pour la satisfaction des besoins alimentaires	rs	Baisse des taux de fréquentati on des sociaux de base éducation, santé		Déploiement des œuvres sociales pour les individus vulnérables Importante part Budget communal destiné à la subvention des denrées				
------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------	--	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----	---------------------------------------------------------------------------------------------	--	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--	--	--	--

Annexe 3 : tableau des facteurs de vulnérabilité

		G1	G2
Système	Agriculture	Caractère pluvial ; Type de semences	Economique : coûts élevés de la fertilisation organo-minérale ; précarité des moyens financiers d'investissement agricole
Risque	sécheresse		Social : faible moyen des ménage pour faire l'irrigation complémentaire en cas de post de sécheresse ; niveau élevé de l'insécurité foncière
Impact	Baisse de la production pluviale		Politique : faible prise en compte des risques de sécheresse dans les plans de développement communal Environnemental : faible niveau de fertilité des terres agricoles Humain : analphabétisme élevé des producteurs pour l'application des itinéraires techniques Scientifique : insuffisance des données climatiques ; faible pouvoir d'anticipation Technique/technologique : faible diffusion des variétés améliorées à cycle court adaptées dans la commune Institutionnel : absence des systèmes d'alerte précoce et de riposte au niveau communal en cas de sécheresse
Spectre des facteurs de vulnérabilité	coûts élevés de la fertilisation organo-minérale ; précarité des moyens financiers d'investissement agricole ; faible moyen des ménage pour faire l'irrigation complémentaire en cas de post de sécheresse ; niveau élevé de l'insécurité foncière ; faible niveau de fertilité des sols ; faible prise en compte des risques de sécheresse dans les plans de développement communal ; analphabétisme élevé des producteurs pour l'application des itinéraires techniques ; insuffisance des données climatiques ; faible pouvoir d'anticipation ; faible diffusion des variétés améliorées à cycle court adaptées dans la commune ; absence des systèmes d'alerte précoce et de riposte au niveau communal en cas de sécheresse		

Système	Santé	Mauvaises habitudes alimentaires	Economique : précarité financière de la population
Risque	Sécheresses		Social : absence de stocks de vivres
Impact	Augmentation des maladies carenciales		Politique : déficience dans la prise en compte des risques sanitaires en cas de sécheresse dans les plans de développement communal
			Environnemental : état dégradé de la biodiversité
			Humain : faible niveau de qualification
		Scientifique :	
		Technique : faible niveau d'équipement des CSPS en matériel et produits pharmaceutiques	
		Institutionnel : absence de solution de relèvement post-sécheresse	
Spectre des facteurs de vulnérabilité	précarité financière de la population ; absence de stocks de vivres ; déficience dans la prise en compte des risques sanitaires en cas de sécheresse dans les plans de développement communal ; état dégradé de la biodiversité ; faible niveau de qualification ; faible niveau d'équipement des CSPS en matériel et produits pharmaceutiques ; absence de solution de relèvement post-sécheresse		
Système	Terres agricoles (environnement naturel)	Caractère latéritique, argilo-limoneux, argilo-sablonneux ; mauvaises pratiques agricoles	Economique : faible niveau de revenus des producteurs pour assurer l'investissement agricole
Risque	sécheresse		Social : faible adoption des techniques de CES/DRS
Impact	Accélération de la dégradation des terres agricoles par assèchement		Politique : déficience dans l'intégration des risques de sécheresse dans les plans de développement communal
			Environnemental : état dégradé des terres
			Humain : faible niveau de qualification de la main d'œuvre
		Scientifique : faible pouvoir d'anticipation sur les risques de	

			sécheresse sur les terres agricoles
			Technique : faible diffusion des techniques de CES/DRS
			Institutionnel : déficience d'intégration de la riposte dans les mécanismes propres de gestion des risques de sécheresse au niveau de la commune
S	faible niveau de revenus des producteurs pour assurer l'investissement agricole ; faible adoption des techniques de CES/DRS ; déficience dans l'intégration des risques de sécheresse dans les plans de développement communal ; état dégradé des terres ; faible niveau de qualification de la main d'œuvre ; faible pouvoir d'anticipation sur les risques de sécheresse sur les terres agricoles ; faible diffusion des techniques de CES/DRS ; déficience d'intégration de la riposte dans les mécanismes propres de gestion des risques de sécheresse au niveau de la commune		
Système	Gouvernance/Mairie	Caractère représentatif de la mairie sur le plan opérationnel	Economique : faible niveau l'épargne
Risque	sécheresse		Social : faible préparation de la commission pour la gestion des risques de sécheresse
Impact	Accroissement des sollicitations de la commission des affaires générales, sociales et cultures		Politique : faible prise en compte des risques de sécheresse dans les plans de développement communal
			Environnemental :
			Humain : faible niveau de qualification des membres dans la gestion des problèmes post-sécheresse
			Scientifique : déficience d'intégration du secteur scientifique dans les plans résilience de la commune aux changements climatiques
			Technique : absence d'instruments de gestion des risques de sécheresse propres à la commune
			Institutionnel : absence de système communal de riposte en cas de sécheresse
S	faible niveau l'épargne ; faible préparation de la commission pour la gestion des risques de sécheresse ; faible prise en compte des risques de sécheresse dans les plans de développement		

	communal ; faible niveau de qualification des membres dans la gestion des problèmes post-sécheresse ; déficience d'intégration du secteur scientifique dans les plans résilience de la commune aux changements climatiques ; absence d'instruments de gestion des risques de sécheresse propres à la commune ; absence de système communal de riposte en cas de sécheresse		
Système	Agriculture	Caractère pluvial ; caractère céréaliier : type de spéculations pratiques (mil, sorgho, maïs, niébé, arachide, sésame	Economique : précarité financière des populations pour riposter en cas d'inondation
Risque	Inondations		Social : faible prise en compte des risques d'inondation au cours du travail du sol
Impact	Destruction des exploitations agricoles		Politique : déficience dans la prise en compte des risques d'inondations dans les plans de développement communal
			Environnemental : état érodé des terres agricoles
			Humain : main d'œuvre peu qualifiée
			Scientifique : absence d'informations climatiques propres à la commune
		Technique : faible intégration de l'agroforesterie dans les systèmes de production agricole	
		Institutionnel : absence de systèmes d'alerte précoce sur les risques d'inondation au niveau communal	
S	précarité financière des populations pour riposter en cas d'inondation ; faible prise en compte des risques d'inondation au cours du travail du sol ; déficience dans la prise en compte des risques d'inondations dans les plans de développement communal ; état érodé des terres agricoles ; main d'œuvre peu qualifiée ; absence d'informations climatiques propres à la commune ; faible intégration de l'agroforesterie dans les systèmes de production agricole ; absence de systèmes d'alerte précoce au niveau communal		
Système	Santé	Mauvaises habitudes alimentaires	Economique : faible niveau de revenus pour maintenir les conditions d'hygiène et assurer les soins sanitaires
Risque	Inondations		Social : faible accès aux services sanitaires dans la commune ; précarité des conditions sanitaires des ménages

Impact	Accroissement des maladies liées à l'eau		Politique : déficience d'intégration des risques sanitaires liés aux inondations dans les plans de développement communal
			Environnemental : niveau d'insalubrité élevé
			Humain : population en majorité analphabète
			Scientifique : faible prise en compte des risques de maladies hydriques dans les investigations
			Technique : faible préparation en équipement et en personnel des CSPS dans la gestion des catastrophes post-inondations
			Institutionnel : absence des systèmes d'alerte et de riposte dans la commune
S	faible niveau de revenus pour maintenir les conditions d'hygiène et assurer les soins sanitaires ; faible accès aux services sanitaires dans la commune ; précarité des conditions sanitaires des ménages ; déficience d'intégration des risques sanitaires liés aux inondations dans les plans de développement communal ; niveau d'insalubrité élevé ; population en majorité analphabète ; faible prise en compte des risques de maladies hydriques dans les investigations ; faible préparation en équipement et en personnel des CSPS dans la gestion des catastrophes post-inondations ; absence des systèmes d'alerte et de riposte dans la commune		
Système	Terres agricoles/ environnement naturel	Mauvaises pratiques agricoles	Economique : précarité financière des populations pour le relèvement post d'inondation
Risque	Inondations		Social : faible culture d'anticipation sur les risques d'inondation
Impact	Accélération de la dégradation des terres agricoles par érosion hydrique		Politique : absence d'intégration des risques d'inondation sur les plans de développement communal
			Environnemental : forte érosion des terres agricoles
			Humain : faible niveau de qualification à la gestion des risques d'inondation
			Scientifique : absence

			d'informations sur l'ampleur des risques d'inondation sur les terres agricoles dans la commune
			Technique : faible diffusion des bonnes pratiques agricoles
			Institutionnel : absence de mécanismes de riposte au niveau local en cas d'inondation
S	précarité financière des populations pour le relèvement post d'inondation ; faible culture d'anticipation sur les risques d'inondation ; absence d'intégration des risques d'inondation sur les plans de développement communal ; forte érosion des terres agricoles ; faible niveau de qualification à la gestion des risques d'inondation ; absence d'informations sur l'ampleur des risques d'inondation sur les terres agricoles dans la commune ; faible diffusion des bonnes pratiques agricoles ; absence de mécanismes de riposte au niveau local en cas d'inondation		
Système	Infrastructures/environnement bâti	Mauvaises habitudes de construction ; mauvaise qualité du matériel et matériau de construction	Economique : précarité des conditions financières pour investir dans la construction ; coût élevé des matériaux et matériels de construction moderne
Risque	Inondations		Social : faible intégration des risques d'inondation lors des constructions
Impact	Effondrement des habitats		Politique : faible prise en compte des risques d'inondation les plans d'aménagement de la commune
			Environnemental : absence de caniveaux pour l'évacuation des eaux de pluie
			Humain : faible niveau de qualification de la main d'œuvre de construction
			Scientifique : faible prise en compte ces types d'habitats dans les dynamiques de résilience
			Technique : faible diffusion des bonnes pratiques en matière de construction avec du banco
			Institutionnel : absence des systèmes de riposte dans la commune en cas d'inondation
	précarité des conditions financières pour investir dans la construction ; coût élevé des matériaux		

	et matériels de construction moderne ; faible intégration des risques d'inondation lors des constructions ; faible prise en compte des risques d'inondation les plans d'aménagement de la commune ; absence de caniveaux pour l'évacuation des eaux de pluie ; faible niveau de qualification de la main d'œuvre de construction ; faible prise en compte ces types d'habitats dans les dynamiques de résilience ; faible diffusion des bonnes pratiques en matière de construction avec du matériau local (banco) ; absence des systèmes de riposte dans la commune en cas d'inondation		
Système	Gouvernance/ mairie	Caractère représentatif de la mairie sur le plan opérationnel	Economique : faible capacité d'épargne communale
Risque	Inondations		Social : faible préparation de la commission dans la gestion des risques d'inondation
Impact	Accroissement des sollicitations de la commission des affaires générales, sociales et cultures		Politique : déficience de prise en compte des risques d'inondations dans les plans de développement communal
			Environnemental :
			Humain : faible qualification des membres de la commission
			Scientifique : insuffisance d'intégration des risques d'inondation dans les dynamiques de la commune aux changements climatiques
		Technique : absence d'informations climatiques propres à la commune	
		Institutionnel : absence de système communal de riposte	
	faible capacité d'épargne communale ; faible préparation de la commission dans la gestion des risques d'inondation ; déficience de prise en compte des risques d'inondations dans les plans de développement communal ; faible qualification des membres de la commission ; insuffisance d'intégration des risques d'inondation dans les dynamiques de la commune aux changements climatiques ; absence d'informations climatiques propres à la commune ; absence de système communal de riposte		
Système	Agriculture	Caractère pluvial	Economique : précarité financière des ménages pour mettre en place des haies et brise-vents
Risque	Vents		Social : faible culture de mise en place de haies vives et brise-vents aux alentours des champs
Impact	Destruction des récoltes		Politique : faible prise en compte

			des risques de vents dans les politiques de développement communal
			Environnemental : état dégradé de la végétation
			Humain : faible culture d'anticipation sur les risques de vents sur les récoltes
			Scientifique : absence d'information sur le climat au niveau de la commune
			Technique : faible diffusion des techniques de brise-vents et de haies vives
			Institutionnel : absence de système d'alerte et de riposte
S	précarité financière des ménages pour mettre en place des haies et brise vents ; faible culture de haies vives aux alentours des champs ; faible prise en compte des risques de vents dans les politiques de développement communal ; état dégradé de la végétation ; faible culture d'anticipation sur les risques de vents sur les récoltes ; absence d'information sur le climat au niveau de la commune ; faible diffusion des techniques de brise-vents et de haies vives ; absence de système d'alerte et de riposte		
Système	Santé	Mauvaises protections	Economique : coûts élevés des soins et produits sanitaires
Risque	Vents		Social : faible préparation des services de santé en équipement et en personnel en cas de catastrophes
Impact	Accroissement des maladies oculaires		Politique : déficience d'intégration des risques de vents dans le plan de développement communal
			Environnemental : l'état pollué
			Humain : faible prise de conscience des risques de vents sur la santé
			Scientifique :
			Technique : faible diffusion de règles de bonne conduite en cas de vents
			Institutionnel : absence au niveau

			communal de mécanismes de riposte
S	coûts élevés des soins et produits sanitaires ; faible préparation des services de santé en équipement et en personnel en cas de catastrophes ; déficience d'intégration des risques de vents dans le plan de développement communal ; l'état pollué ; faible prise en compte des risques de vents sur la santé ; faible diffusion de règles de bonne conduite en cas de vents ; absence au niveau communal de mécanismes de riposte		
Système	Terres agricoles/environnement naturel	Caractère argilo-limoneux, argilo-sablonneux, latéritique avec apparition de cuirasse	Economique : coûts élevés des amendements organiques, faible revenu des ménages
Risque	Vents		Social : absence des résidus de récoltes pour composter ou pailler
Impact	Amplification de la latérisation des terres agricoles par vannage éolien		Politique : faible intégration des risques de vents sur les terres agricoles dans les plans de développement communal
			Environnemental : état érodé des terres agricoles
			Humain : faible niveau de qualification des producteurs
			Scientifique : faible prise en compte de l'ampleur des vents sur les terres dans la dynamique de résilience de la commune aux changements
			Technique : faible diffusion des techniques de CES/DRS
			Institutionnel : absence au niveau communal d'alerte précoce
S	coûts élevés des amendements organiques, faible revenu des ménages ; absence des résidus de récoltes pour composter ou pailler ; faible intégration des risques de vents sur les terres agricoles dans les plans de développement communal ; état érodé des terres agricoles ; faible niveau de qualification des producteurs ; faible prise en compte de l'ampleur des vents sur les terres dans les dynamiques de résilience de la commune aux changements ; faible diffusion des techniques de CES/DRS ; absence au niveau communal d'alerte précoce		
Système	Infrastructures/environnement bâti	Mauvaises habitudes de construction ; mauvaise qualité du matériau de construction	Economique : coûts élevés des matériaux et matériel de qualité pour la construction ; précarité financière des ménages
Risque	Vents	Caractère violent ;	Social : faible culture

		mauvaise habitude de construction ; mauvaise qualité du matériau de construction	d'anticipation sur les dommages que peuvent causer les vents sur l'habitat
Impact	Endommagements des habitats		Politique : déficience dans l'intégration des risques de vents sur l'habitat dans les plans communaux de développement
			Environnemental : forte dégradation de la végétation
			Humain : faible prise de compte des risques de vents sur l'habitat lors de la construction
			Scientifique :
			Technique : mauvaise orientation des habitats ; faible de la résistance des habitats aux risques de vents
			Institutionnel : absence de mécanismes de riposte au niveau communal
S	coûts élevés des matériaux et matériel de qualité pour la construction ; précarité financière des ménages ; faible culture d'anticipation sur les dommages que peuvent causer les vents sur l'habitat ; déficience dans l'intégration des risques de vents sur l'habitat dans les plans communaux de développement ; forte dégradation de la végétation ; faible prise de compte des risques de vents sur l'habitat lors de la construction ; mauvaise orientation des habitats ; faible de la résistance des habitats aux risques de vents ; absence de mécanismes de riposte au niveau communal		
Système	Gouvernance/ mairie	Caractère représentatif de la mairie sur le plan opérationnel	Economique : faible capacité d'épargne
Risque	Vents		Social : faible préparation de la commission dans la gestion des risques d'inondation
Impact	Accroissement des sollicitations de la commission des affaires générales, sociales et culturelles		Politique : déficience de prise en compte des risques d'inondations dans les plans de développement communal
			Environnemental :
			Humain : faible qualification des membres de la commission dans la gestion des catastrophes
			Scientifique : insuffisance d'intégration des risques

			d'inondation dans les dynamiques de la commune aux changements climatiques
			Technique : absence d'informations climatiques propres à la commune
			Institutionnel : absence de système communal de riposte
S	faible capacité d'épargne ; faible préparation de la commission dans la gestion des risques d'inondation ; déficience de prise en compte des risques d'inondations dans les plans de développement communal ; faible qualification des membres de la commission dans la gestion des catastrophes ; insuffisance d'intégration des risques d'inondation dans les dynamiques de la commune aux changements climatiques ; absence d'informations climatiques propres à la commune ; absence de système communal de riposte		
Système	Agriculture	Caractère pluvial ; caractère périodique de la production céréalière	Economique : coûts élevés des céréales, faible développement des revenus hors exploitation
Risque	sécheresse		Social : absence des stocks de céréales
Impact	Dégradation de l'approvisionnement en céréales des marchés de Loumbila et Nomganan		Politique : faible intégration des risques de sécheresse dans l'établissement des plans de développement
			Environnemental : dégradation des écosystèmes
			Humain : faible niveau de qualification
			Scientifique : faible performance des données sur la production agricole
			Technique : absence d'infrastructures de stockage à moyen et long terme
			Institutionnel : absence des mécanismes de riposte au niveau de la commune
S	coûts élevés des céréales, faible développement des revenus hors exploitation ; absence des stocks de céréales ; faible intégration des risques de sécheresse dans l'établissement des plans de développement ; dégradation des écosystèmes ; faible niveau de qualification ; faible performance des données sur la production agricole ; absence d'infrastructures de stockage à moyen et long terme ; absence des mécanismes de riposte au niveau de la commune		

Systeme	Santé	Caractère de l'état sanitaire dégradé des ménages	Economique : faible niveau de revenus pour accéder aux moyens préventifs des maladies
Risque	Sécheresse		Social : forte assistance sociale des malades
Impact	Perturbation des AGR des ménages		Politique : déficience dans la prise en compte des risques sanitaires de sécheresse sur les plans de développement communal
			Environnemental : forte prévalence des maladies
			Humain : absence de culture d'anticipation
		Scientifique :	
		Technique :	
		Institutionnel : absence de système de riposte au niveau de la commune	
S	faible niveau de revenus pour accéder aux moyens préventifs des maladies ; forte assistance sociale des malades ; déficience dans la prise en compte des risques sanitaires de sécheresse sur les plans de développement communal ; forte prévalence des maladies ; absence de culture d'anticipation ; absence de système de riposte au niveau de la commune		
Systeme	Terres agricoles/ environnement naturel	Caractère dégradé/appauvri des terres agricoles	Economique : coûts élevés des intrants agricoles, faible revenu des ménages
Risque	Sécheresse		Social : faible accessibilité aux intrants agricoles
Impact	Augmentation des coûts de production		Politique : absence des subventions sur les intrants agricoles au niveau communal
			Environnemental : faible niveau de fertilité des terres agricoles
			Humain : mauvaise utilisation des intrants agricoles
		Scientifique : absence des doses compromises d'engrais propres aux terres agricoles de la commune	
		Technique : faible diffusion des	

			bonnes pratiques agricoles
			Institutionnel : absence de système de riposte au niveau de la commune
S	coûts élevés des intrants agricoles, faible revenu des ménages ; faible accessibilité aux intrants agricoles ; absence des subventions sur les intrants agricoles au niveau communal ; faible niveau de fertilité des terres agricoles ; mauvaise utilisation des intrants agricoles ; absence des doses compromises d'engrais propres aux terres agricoles de la commune ; faible diffusion des bonnes pratiques agricoles ; absence de système de riposte au niveau de la commune		

Annexe 4: modélisation de la commune rurale de Loumbila

Construction de l'équivalent mathématique

Soit e un ev de dimension finie 5

Soient e_1, e_2, e_3, e_4, e_5 les sev tels que :

$e = (e_1, e_2, e_3, e_4, e_5)$, on a :

		Classification	Caractéristiques	Classification
$e_1 = \text{économie communale} = (e_{1x1}, e_{1x2}, e_{1x3}, e_{1x4})$ avec	$e_1 x_1 =$	agriculture	contre-saison : production maraîchère/intensive et semi-mécanisée, utilisation de la fertilisation organo-minérale et de produits phytosanitaires	1
			production céréalière de type pluvial/minière ou extensive (utilisation de l'énergie humaine, pas d'apport de fertilisants, emploi d'outils rudimentaires, recours insuffisant à la culture attelée)	

	$e_1x_2=$	élevage	Extensif : bovins, ovins, caprins, porcins, asins, volaille intensif : bovins, volaille	2
	$e_1x_3=$	artisanat	Artisanat d'art (confection des chaises, cages de poules, teinture etc.) artisanat utilitaire (menuiserie)	3
	$e_1x_4=$	Commerce	vente de produits agropastoraux Petit commerce	4
	$e_1x_5=$	Pêche	Pêche traditionnelle	5
$e_2=$ services sociaux de base de la commune = ($e_2x_1, e_2x_2, e_2x_3, e_2x_4$) avec	$e_2x_1=$	santé	Services sanitaires taux de fréquentation	1
	$e_2x_2=$	éducation	Nombre d'écoles taux de scolarisation	2
	$e_2x_3=$	eau potable	forages puits modernes	3
	$e_2x_4=$	assainissement	Connaissance de l'importance sanitaire des déchets par les populations gestion des excréta et des eaux usées	4
$e_3=$ environnement	$e_3x_1=$	terres agricoles	- sols avec	1

naturel de la commune = (e_{3X1} , e_{3X2} , e_{3X3} , e_{3X4}) avec			apparition de cuirasse latéritique au Nord-Ouest ; - des sols argilo-limoneux au Nord-Est ; - des sols sablo-argileux au centre - des sols argilo-sablonneux au Sud, -sols hydromorphes	
	e_{3X2} =	ressource en eau	barrages et retenues d'eau	2
	e_{3X3} =	forêts	Bosquets (protégée)	3
e_4 =environnement bâti de la commune= (e_{4X1} , e_{4X2}) avec,	e_{4X1} =	Infrastructures sociales ou économiques non marchandes	écoles publiques, forages, puits modernes, centres de santé (CSPS), habitat (logements des ménages et l'aménagement de cet espace vital) logements administratifs, barrage et retenues d'eau, routes	1
	e_{4X2} =	Infrastructures économiques marchandes	infrastructures hydro agricoles, périmètre irrigué, marchés, écoles privées, installations électriques, auberges, bar	

			restaurant, boutiques et magasins	
e ₅ =gouvernance de la commune= (e ₅ x ₁ , e ₅ x ₂) avec,	e ₅ x ₁ =	Autorité communale		1
	e ₅ x ₂ =	mécanismes de gestion de la commune	Commission des générales, sociales et culturelles ; commission des affaires économiques et financières ; commission environnement et développement local	2

Table des matières

SOMMAIRE	I
REMERCIEMENTS	III
TABLE DES ILLUSTRATIONS.....	IV
LISTE DES TABLEAUX.....	IV
LISTE DES GRAPHIQUES	V
SIGLES ET ABREVIATIONS	VI
RESUME.....	VIII
ABSTRACT	IX
INTRODUCTION.....	1
CHAPITRE I : REVUE BIBLIOGRAPHIQUE	4
1.1. CAUSES MAJEURES DES CHANGEMENTS CLIMATIQUES	4
1.1.1. EMISSIONS DES GAZ A EFFET DE SERRE.....	4
1.1.2. DEFORESTATION.....	5
1.2. DEFINITION DES CONCEPTS	6
CHAPITRE II : MATERIEL ET METHODES.....	8
2.1. ZONE D'ETUDE.....	8
2.2. METHODE CLIMPROSPECT	11
2.3. APPROCHE PARTICIPATIVE	12
2.4. ECHANTILLONNAGE.....	13
2.5. ANALYSE DES DONNEES	13
CHAPITRE III : RESULTATS ET DISCUSSION	14
3.1. RESULTATS	14
3.1.1. LES VARIABLES INDEPENDANTES	14
3.1.2. LES REFERENTIELS D'IMPACTS.....	15
3.1.2.1. TABLEAU DES IMPACTS	15
3.1.2.2. SPECTRE DES IMPACTS.....	17
3.1.2.3. LES RÉFÉRENTIELS D'IMPACTS SOCIOÉCONOMIQUES.....	18
3.1.2.4. PERCEPTIONS DES IMPACTS PAR LES POPULATIONS	19
	Y

3.1.3. REFERENTIELS DES FACTEURS DE VULNERABILITE.....	20
3.1.3.1. TABLEAU DES FACTEURS DE VULNERABILITE.....	20
3.1.3.2. SPECTRE DES FACTEURS DE VULNERABILITE.....	22
3.1.3.3. LES CLASSES DE VULNERABILITE.....	22
3.1.3.4. LES REFERENTIELS DES FACTEURS DE VULNERABILITE SOCIOECONOMIQUE.....	23
3.1.3.4. JEU D'INDICATEURS DE VULNERABILITE.....	27
3.1.3.5. DEFIS LIES AU CLIMAT FUTUR.....	27
3.1.3.6. SOLUTIONS DE RESILIENCE.....	28
3.1.3.6.1. GESTION DE LA VULNERABILITE ACTUELLE.....	29
3.1.3.6.2. GESTION DE LA VULNERABILITE FUTURE.....	29
3.1.3.7. ORIENTATIONS POUR L'INTEGRATION DE LA RESILIENCE A LA GOUVERNANCE DE LA COMMUNE DE LOUMBILA.....	31
3.2. DISCUSSION.....	35
3.2.1. PORTEE DES REFERENTIELS D'IMPACTS.....	35
3.2.2. PORTEE DES REFERENTIELS DES FACTEURS DE VULNERABILITE.....	35
3.2.3. PORTEE DES REFERENTIELS DE RESILIENCE.....	38
 CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS.....	 41
 REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES.....	 43
 ANNEXES.....	 A
 ANNEXE1 : FICHE D'ENTRETIEN : AUTORITE COMMUNALE.....	 A
 ANNEXE 2 : TABLEAU DES IMPACTS.....	 A
 ANNEXE 1 : FICHE D'ENTRETIEN ADRESSEE A L'AUTORITE COMMUNALE.....	 B
ANNEXE 2: TABLEAU DES IMPACTS.....	F
ANNEXE 3 : TABLEAU DES FACTEURS DE VULNERABILITE.....	H
ANNEXE 4 : MODELISATION DE LA COMMUNE DE LOUMBILA.....	U